

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Tomislav Begedin

Zagreb, 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Goran Đukić, dipl. ing.

Student:

Tomislav Begedin

Zagreb, 2016.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem prije svega obitelji i djevojci na podršci tijekom studija, ali i „posuđenoj“ snazi kada se moja gasila. Zahvaljujem također svim profesorima i asistentima, a posebno svome mentoru, prof. Đukiću na pomoći i podijeljenim znanjima. Ovim putem rekao bih i hvala zaposlenicima poduzeća DOK-ING bez čije pomoći ovaj rad ne bi bio moguć. Na kraju posljednje i ne najmanje važno, zahvalio bih sebi na ustrajnosti i trudu kojeg sam uložio tijekom cijelog studija i kolegama koji su mi olakšali proces, učinili ga zanimljivim i mnogo puta nesebično pomogli...

Tomislav Begedin



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo
materijala i mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **TOMISLAV BEGEDIN** Mat. br.: 0035186869

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **PREOBLIKOVANJE SKLADIŠNOG SUSTAVA PROIZVODNOG POGONA**

Naslov rada na engleskom jeziku: **REDESIGN OF THE STORAGE SYSTEM OF A PRODUCTION PLANT**

Opis zadatka:

U konkretnom proizvodnom poduzeću skladištenje sirovina je uglavnom centralizirano. S obzirom na lokacije pojedinih odjela proizvodnje, isto ima znatan utjecaj na transportni učin. Eventualna decentralizacija skladištenja, primjenom više manjih skladišnih zona unutar pogona, može smanjiti ukupni transport.

U radu je potrebno:

- Opisati zadano proizvodno poduzeće (djelatnost, proizvodni sustav, proizvodni program).
- Analizirati postojeće stanje skladišnog sustava.
- Proračunati transportni učin postojećeg proizvodnog pogona i procesa proizvodnje odabranog reprezentativnog proizvoda.
- Razraditi moguće varijante decentralizacije skladišta, pri čemu je potrebno odrediti:
 - o potreban kapacitet pojedinih skladišnih zona (količina robe, prostor),
 - o utjecaj na smanjenje transportnog učina,
- eventualne potrebne zahtjeve na povećanje ukupnog skladišnog prostora, potreban broj skladišnih djelatnika i transportnih sredstava, građevinske zahvate i sl.

Zadatak zadan:

29. rujna 2016.


Rok predaje rada:

1. prosinca 2016.


Predviđeni datum obrane:

7., 8. i 9. prosinca 2016.

Zadatak zadao:


Izv.prof.dr.sc. Goran Đukić

Predsjednik Povjerenstva:


Prof. dr. sc. Franjo Cajner

SADRŽAJ

SADRŽAJ	I
POPIS SLIKA	III
POPIS TABLICA.....	IV
POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE	V
SAŽETAK.....	VI
SUMMARY	VII
1. UVOD.....	1
2. Proizvodno poduzeće DOK-ING.....	2
2.1. Osnovne informacije o proizvodnom poduzeću [2]	2
2.2. Proizvodni program [2]	3
2.3. Mikrolokacija tvrtke DOK-ING.....	4
3. Skladištenje, logistika i značaj (važnost) skladišne logistike u proizvodnom poduzeću	5
3.1. Logističke aktivnosti	6
3.2. Pojam skladišta i njegov značaj	8
4. Postojeće stanje skladišnog sustava proizvodnog poduzeća DOK-ING	12
4.1. Skladišne lokacije i njihov smještaj	12
4.2. Način komisioniranja	19
4.3. Trenutna površina skladišnih lokacija.....	20
5. Proračun transportnog učinka reprezentativnog proizvoda MV-10	22
5.1. Stroj za razminiranje MV-10 [8].....	22
5.2. Tok materijala i transportni učinak (intenzitet) [10]	24
5.3. Proračun transportnog učinka prema trenutnom stanju	26
5.4. Proračun transportnog učinka prve varijante poboljšanja.....	28
5.5. Poboljšanja skladišnog prostora koja ne utječu izravno na transportni intenzitet montaže	30
6. Model poboljšanja i prilagodbi prema uputama dobivenim od strane osoblja proizvodnog poduzeća (Verzija poboljšanja 2)	31
6.1. Poboljšanja skladišnog prostora verzije poboljšanja 2 koja ne utječu izravno na transportni intenzitet prostora montaže.....	33
6.2. Izmjene modela poboljšanja 2 (model 2 a)	34
6.3. Poboljšanja skladišnog prostora verzije poboljšanja 2 a koja ne utječu izravno na transportni intenzitet prostora montaže.....	36
6.4. Uštede dosadašnjih modela poboljšanja	37
7. POSEBNI ZAHTJEVI ZA SKLADIŠNIM RIJEŠENJIMA	39
7.1. Problem vijčanog materijala skladišta 4	39
7.2. Problem skladišta šipkastog materijala	41
8. POTREBNE IZMJENE I GRAĐEVINSKI ZAHVATI PRI FORMIRANJU NOVIH SKLADIŠNIH POVRŠINA	43

8.1. Promjene neovisne o radnom mjestu montaže.....	43
8.2. Promjene skladišnih lokacija izravno vezanih uz proces montaže	45
9. REZULTATI I POBOLJŠANJA.....	47
10. ZAKLJUČAK.....	50
LITERATURA.....	51
PRILOZI.....	52

POPIS SLIKA

Slika 1.	MV – 4.....	3
Slika 2.	MV-10 (lijevo)	3
Slika 3.	MVF-5 (desno)	3
Slika 4.	MVD-XLPD (lijevo)	4
Slika 5.	LOOX (desno)	4
Slika 6.	Mikrolokacija tvrtke DOK-ING (označeno crvenom bojom) [3]	4
Slika 7.	Logističke aktivnosti [6]	6
Slika 8. i Slika 9.	Prikaz skladišne lokacije 1	13
Slika 10. i Slika 11.	Prikaz trenutne lokacije materijala iz skladišne lokacije 2	14
Slika 12.	Prikaz skladišne lokacije 4	14
Slika 13. i Slika 14.	Prikaz skladišne lokacije 5	15
Slika 15. i Slika 16.	Prikaz skladišne lokacije 6	16
Slika 17. i Slika 18.	Prikaz skladišne lokacije 7	16
Slika 19. i Slika 20.	Prikaz djelomično natkrivene skladišne lokacije 9	17
Slika 21. i Slika 22.	Prikaz skladišne lokacije 10	17
Slika 23. i Slika 24.	Prikaz skladišne lokacije 11	18
Slika 25.	Bočni paletni viličar Hyster MatriX	18
Slika 26., Slika 27. i Slika 28.	Skladišna lokacija 12	19
Slika 29.	Hyster S1 viličar	19
Slika 30. i Slika 31.	Plinski viličari Heli 30 i Hyster 700	20
Slika 32.	Tlocrt postojećeg stanja proizvodnog poduzeća s prikazom skladišnih lokacija ..	21
Slika 33.	MV-10 u pogonu	23
Slika 34. i Slika 35.	MV-10 s dodatnim alatnim nastavcima	24
Slika 36.	Tlocrt proizvodnog pogona – prva varijanta poboljšanja	28
Slika 37.	Tlocrt proizvodnog pogona – druga varijanta poboljšanja	32
Slika 38.	Tlocrt proizvodnog pogona – izmijenjena druga varijanta poboljšanja	34
Slika 39.	Horizontalni automatizirani karusel regal	40
Slika 40.	Skladište sastavljeno od horizontalnih optočnih regala	40
Slika 41. i Slika 42.	Skladište šipkastog materijala	41
Slika 43. i Slika 44.	Prijevozni konzolni regali	42
Slika 45. i Slika 46.	Trenutna situacija na lokaciji budućeg skladišta kontrole kvalitete	44
Slika 47. i Slika 48.	Trenutna situacija na lokaciji budućeg skladišta gotovih i nedovršenih dijelova	44
Slika 49.	Gantogram izvođenja poboljšanja	46

POPIS TABLICA

Tablica 1.	Podjela skladišta prema raznim kriterijima [7]	9
Tablica 2.	Podjela skladišta DOK-ING-a prema raznim kriterijima	12
Tablica 3.	Površine skladišnih lokacija (postojeće stanje)	20
Tablica 4.	Tablica popisa artikala s njihovom lokacijom dobivena od DOK-ING-a	26
Tablica 5.	Nova formirana tablica	27
Tablica 6.	Trenutni transportni intenzitet	27
Tablica 7.	Transportni intenzitet trenutne i verzije poboljšanja 1	29
Tablica 8.	Transportni intenzitet trenutne i verzije poboljšanja 2	32
Tablica 9.	Transportni intenzitet trenutne i verzije poboljšanja 2 a	35
Tablica 10.	Transportni intenzitet i uštede svih verzija poboljšanja u odnosu na trenutno stanje	37
Tablica 11.	Transportni intenzitet, potrebno vrijeme transporta i uštede u vremenu i transportnom intenzitetu za različite veličine serija	38
Tablica 12.	Transportni intenzitet, potrebno vrijeme transporta i uštede u vremenu i transportnom intenzitetu krajnje verzije u odnosu na trenutnu	47
Tablica 13.	Nove površine postojećih skladišta i ušteda u površini	48
Tablica 14.	Površine novoformiranih skladišta	49

POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

00-2016-01	TRENUTNO STANJE
00-2016-02	POBOLJŠANJE 1
00-2016-03	POBOLJŠANJE 2
00-2016-04	POBOLJŠANJE 2a

SAŽETAK

Ovaj rad će se baviti temom smanjenja transportnog intenziteta radnog mjesta montaže i reorganizacijom skladišnog prostora u proizvodnom poduzeću DOK-ING. Na početku će rada ukratko biti govora o proizvodnom poduzeću, bit će dana teorijska podloga i analizirano postojeće stanje skladišnih lokacija. U idućem koraku odredit će se transportni intenzitet procesa montaže za reprezentativni proizvod MV-10 i predložiti određena poboljšanja. Formirat će se nekoliko modela rasporeda skladišnog prostora i iscrpnom analizom odrediti najbolji i najrealniji s obzirom na trenutna ograničenja i upute. Također će biti uzeti u obzir posebni zahtjevi vezani uz skladišni prostor, ali i ponuđena rješenja za neke postojeće probleme i nedoumice. Osim na skladišta vezana uz prostor montaže, pažnja će biti usmjerena i na ostala skladišta proizvodnog poduzeća. Dobivene promjene i izabran model bit će detaljno prezentirani, analizirani i vrednovani.

Ključne riječi:

Transportni intenzitet, proizvodno poduzeće, skladišni prostor, DOK-ING, montaža, MV-10, poboljšanja, promjene, model, analiza, ograničenja, upute, zahtjevi, rješenja, skladišta

SUMMARY

Main subject of this paper is reduction in transportation intensity of assembly workplace and reorganization of storage capacity in production company DOK-ING. At the beginning of the paper short introduction of company and theoretical background will be given, furthermore current status of storage places will be analyzed. Next step will be finding current transportation intensity of assembly workplace for representative product MV-10 and some improvements will be suggested. Few storage models will be made and conducting comprehensive analysis and keeping in mind restrictions and instructions, best and most realistic model will be pointed out. In conclusion will be taken some special requirements will be taken, also some solutions for existing problems and doubts will be suggested. Except on storage spaces connected with assembly workplace, something will be said about other storage spaces of production company, which are not necessary in relation. Obtained solutions and changes will be presented, analyzed and graded in detail.

Key words:

transportation intensity, production company, storage space, DOK-ING, assembly , MV-10, improvements, changes, model, analysis, restrictions, suggestions, requirements, solutions

1. UVOD

Tema ovog diplomskog rada pojavila se sasvim slučajno, sve je počelo studentskim projektom [1] u kojem su sudjelovali studenti Tomislav Begedin, Matko Jakovljević, Ivan Mudrinić i Ivan Pašalić, a tema je bila optimizacija rasporeda strojeva u pogonu jedne zagrebačke tvrtke pod nazivom DOK-ING d.o.o. Cilj projekta je bio smanjenje transportnog intenziteta radi ostvarivanja ušteda, ali i kao podloga vlasnicima pri planiranju budućih poslovnih poteza. Razvijeno je nekoliko modela rasporeda strojeva, od kojih su neki donosili i uštede do 70 %. Naime osim problema rasporeda strojeva, tj. radnih mjesta uviđen je problem rasporeda skladišnih prostora i problem stihijskog odlaganja po principu "gdje ima mjesta". Menadžment tvrtke je potom prihvatio predloženu temu koja se bazira na optimizaciji skladišnog prostora, ali i istaknuo da se trenutno odvija proces seljenja pojedinih skladišta i da imaju konkretan problem skladištenja, te su otvoreni prema novim idejama i prijedlozima. Dogovoreno je da se proces optimizacije promatra na primjeru reprezentativnog proizvoda, stroja za razminiranje MV-10. Želja je optimizirati skladišni prostor i ubrzati protok materijala potrebnog za sastavljanje reprezentativnog proizvoda u prostoru za montažu, ali i općenito urediti skladišni prostor i podići kako njegovu iskoristivost tako i vizualni identitet na višu razinu. Diplomski rad je koncipiran u nekoliko tematskih poglavlja, u prvom poglavlju je opisano proizvodno poduzeće, u drugom je detaljno objašnjeno sadašnje stanje skladišta i aktivnosti vezanih uz skladištenje i komisioniranje. Treće poglavlje donosi proračun postojećeg transportnog učinka i usporedbu s odabranim transportnim učinkom, dok se u nastavku razmatraju varijante promjene lokacija skladišta i učinak istoga na transportni intenzitet. Zadnji dio rada donosi posebne zahtjeve, analizu i evaluaciju dobivenog. Cilj rada je ne samo doći do modela optimizacije skladišnog prostora, već i predložiti u praksi izvedive promjene i načine poboljšanja procesa skladištenja kako bi proizvodnja mogla učinkovitije i vremenski efektivnije funkcionirati, te uz minimalne građevinske zahvate i ulaganja poboljšati vizualan identitet.

2. Proizvodno poduzeće DOK-ING

2.1. Osnovne informacije o proizvodnom poduzeću [2]

DOK-ING je hrvatska tvrtka u privatnom vlasništvu, osnovana je krajem 1991. godine i registrirana je za proizvodnju robotiziranih sustava i opreme te sustava i opreme posebnih namjena. Sjedište, proizvodni pogon i servis nalaze se na 15 000 četvornih metara u Zagrebu. Izdvojeni proizvodni pogon nalazi se u Slunju, 50 km južno od Zagreba. Uz poslovnice u SAD-u, tu je tvrtka u Južnoj Africi, DOK-ING Afrika. Danas DOK-ING ima 220 zaposlenih, gotovo 170 u Zagrebu, 30 u Slunju i oko 20 u Južnoj Africi.

Tijekom početnog razdoblja DOK-ING je aktivno angažiran u poslovima razminiranja i skupio je veliko iskustvo u raznim vrstama razminiranja, na svim vrstama terena u Republici Hrvatskoj, kao i u okolnim zemljama. Prikupljeno iskustvo bilo je osnova za projektiranje i proizvodnju prvih daljinski upravljanih sustava za razminiranje, izgrađenih isključivo za humanitarno razminiranje. Kad su oni unaprijeđeni, poboljšani i prošireni, tvrtka je sudjelovala u R & D projektima s raznim međunarodnim i domaćim organizacijama, uključujući i Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa, Državni pomorski institut, Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu i Ženevski Međunarodni centar za humanitarno razminiranje (GICHD). Sustavi za razminiranje u isto su vrijeme prodani u više od 20 zemalja širom svijeta, brojnim državnim agencijama i humanitarnim organizacijama, kao i trgovačkim društvima. Sve u svemu, proizvedeno je više od 250 lakih i srednje velikih sustava za razminiranje.

Slijedeći moto „ne šalji čovjeka da odradi posao nekog stroja“, započeo je program rudarstva. Nakon što su testirani prvi proizvodi, uslijedila je nova razvojna faza, koja će rezultirati strojevima malih dimenzija i vrlo okretnim strojevima.

Pokušajem zaštite i osiguranja ljudi koji rade u iznimno opasnoj domeni vatrogastva, DOK-ING je dizajnirao višenamjenski robotski sustav koji će im pomoći obaviti posao i osigurati ih u isto vrijeme. Slijedeći razvojnu strategiju, novi program je orijentiran prema razvoju pitanja hibridnog pogona i primjenu u nuklearnom sektoru.

I na kraju, ali ne i najmanje važno, DOK-ING je projektirao i proizveo prvi hrvatski urbani električni automobil s odličnim automobilskim performansama.

Danas DOK-ING, u kratko, integrirajući svoje inovacije i nove tehnologije, razvija i proizvodi sustave posebnih namjena za zaštitu ljudskih života u najopasnijim okruženjima, prvenstveno u razminiranju, rudarstvu i vatrogastvu.

Također, ulaganje u poslovnu izvrsnost svi u DOK-ING pokušavaju stvoriti dobru osnovu za povećanje inovativnog proizvodnog asortimana, osiguravajući priznanje tvrtke na svjetskom tržištu.

2.2. Proizvodni program [2]

Neki od najzastupljenijih proizvoda tvrtke DOK-ING su proizvodi za razminiravanje MV-4 i MV-10, MV-4 je manji, okretni, daljinski upravljani stroj za razminiravanje, dok je „stariji brat“ MV-10 stroj većih dimenzija i za širu upotrebu. U programu vatrogasne opreme, najzastupljeniji je MVF-5, u programu podzemnog bušenja (u rudnicima) MVD-XLPD, dok je u programu Automotiv predstavnik gradski automobil na električni pogon LOOX.



Slika 1.MV – 4



Slika 2.MV-10 (lijevo)



Slika 3.MVF-5 (desno)

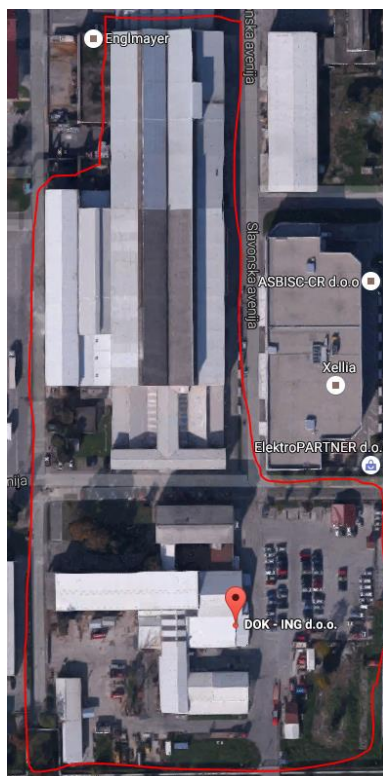


Slika 4. MVD-XLPD (lijevo)

Slika 5. LOOX (desno)

2.3. Mikrolokacija tvrtke DOK-ING

Proizvodni pogon i upravna zgrada smješteni su na adresi Kanalski put 1 u Zagrebu (bivši pogon tvornice Prvomajska). Donedavno se tvrtka sastojala od dva odvojena objekta, ali promjenama u organizacijskoj strukturi manji objekt je iznajmljivan budući da je bila velika površina proizvodnog pogona, što je značilo i velike (nepotrebno visoke) operativne troškove. Ideja rukovodstva poduzeća je smanjiti površinu i troškove bez da to ima utjecaj na proizvodni proces.



Slika 6. Mikrolokacija tvrtke DOK-ING (označeno crvenom bojom) [3]

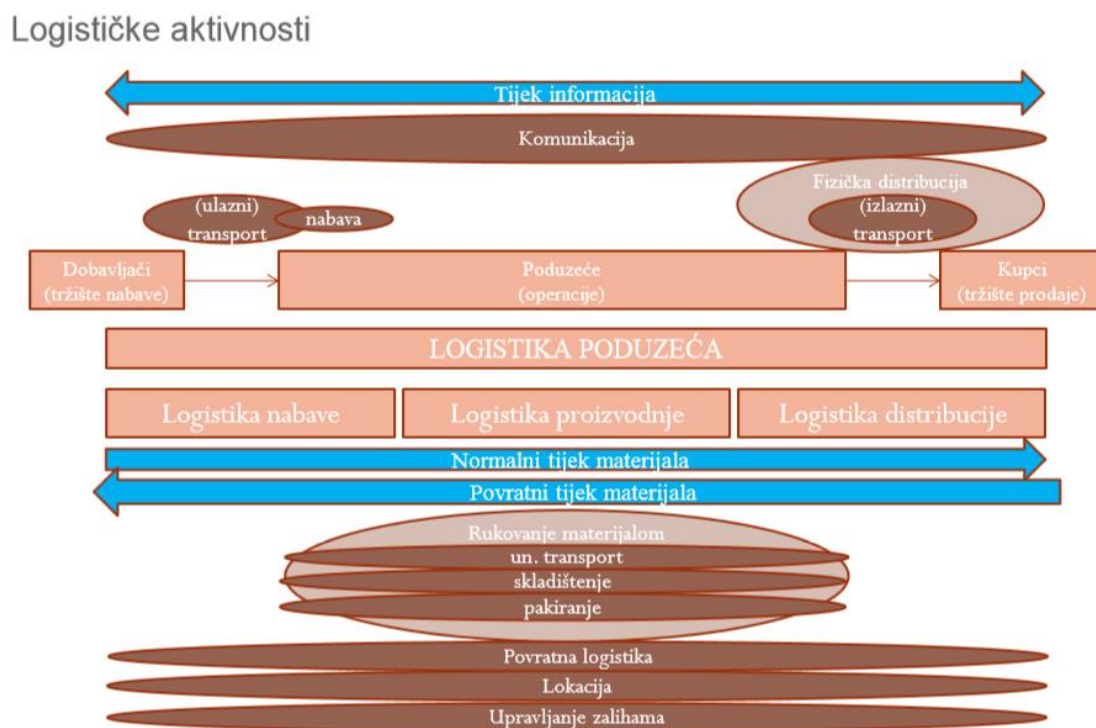
3. Skladištenje, logistika i značaj (važnost) skladišne logistike u proizvodnom poduzeću

Proces skladištenja i skladišta kao lokacija na kojima se skladišti samo su dio mnogo veće i značajnije (važnije) znanstvene cjeline koju nazivamo Logistika. Utipkate li riječ logistika u internetsku tražilicu, dobit ćete stotine rezultata. Wikipedia, jedna od najpoznatijih i najčešće korištenih baza podataka, definira logistiku na sljedeći način: „Logistika je djelatnost koja se bavi svladavanjem prostora i vremena uz najmanje troškove. U suvremenim uvjetima se najčešće koristi za označavanje poslovne funkcije i znanstvene discipline koja se bavi koordinacijom svih kretanja materijala, proizvoda i robe u fizičkom, informacijskom i organizacijskom pogledu. Kružni proces od nabave preko proizvodnje i prodaje do potrošača.“ [4] Ne bih se u potpunosti složio s tom definicijom iako je ona na tragu onoga što logistika predstavlja u sadašnjem okruženju. Puno točnija definicija bila bi ona od strane instituta The Council of Logistics Management, koja glasi: „Logistika je proces planiranja, implementacije i kontrole efikasnog i efektivnog tijeka i skladištenja materijala (sirovina, poluproizvoda i gotovih proizvoda), usluga i povezanih informacija od točke izvora do točke potrošnje u svrhu zadovoljenja zahtjeva korisnika.“ [5]

Logistika je kao znanost vrlo mlada, ali ljudi shvaćaju njezinu važnost već stoljećima: logistika se, naime, prvi put spominje u francuskim spisima iz 17. stoljeća kada je uočena važnost dobre vojne logistike. Dobra logistika značila je pobjedu ili poraz, zato možemo reći da je korijen logistike u vojnoj logistici. Važnost vojne logistike ima i neke novije primjere: nije tajna da je Njemačka u Drugom svjetskom ratu na ruskom frontu zaustavljena ne samo čuvenom ruskom zimom, već i lošom logistikom jer, vrlo jednostavno, kada je trebala zimsku opremu, ona je nije imala. Ako logistički problem može zaustaviti tako moćan ratni stroj, svima je jasno što loša logistika može značiti u suvremenom svijetu gdje informacije putuju treptajem oka, a tendencija je i da proizvodi putuju tom brzinom. Na razvoj logistike ponajviše utječu procesi globalizacije, informatizacije i demografskog razvoja. Logistički se sustav sastoji od niza elemenata koji su međusobno povezani i utječu na troškove transporta, uskladištenja i manipulacije robom, a to su transport, skladištenje, zalihe, distribucija, manipulacije, čimbenik – čovjek, informacije, integracija.

3.1. Logističke aktivnosti

Logistika kao znanost sastoji se od mnogo logističkih aktivnosti i kao i kod definiranja logistike od strane raznih autora, postoje također različite definicije logističkih aktivnosti. Tj. određivanje važnosti pojedinih aktivnosti logistike je različito s obzirom na različite izvore. Logistika poduzeća može se definirati kao: „Integrirano planiranje, izvršavanje, kontrola i upravljanje svim internim i eksternim tokovima robe i informacija pod odgovornošću poduzeća.“, a kao glavne tri aktivnosti logistike poduzeća mogu se navesti logistika nabave, proizvodnje i distribucije (slika 7.). [6]



Slika 7. Logističke aktivnosti [6]

Cjelokupni tijek materijala ostvaruje se dakako transferom materijala između cjelina dobavljač – poduzeće, skladište nabave – proizvodnja, stroj – stroj, montaža – skladište gotovih proizvoda, poduzeće – kupac), što je zadatak transporta (odnosno transportne logistike ili logistike transporta). Logistika transporta, kao dio logistike, može se definirati kao planiranje, izvršavanje, kontrola i upravljanje kretanjem robe i informacija između dviju točaka (od izvora do korisnika, uključujući i povratno kretanje unutar povratne logistike). Transport se može podijeliti na vanjski i unutarnji transport, a pojam transporta, odnosno logistika transporta, često podrazumijeva samo vanjski transport, dok se ovisno o dijelu toka materijala (nabava ili distribucija) govori o ulaznom odnosno izlaznom transportu. Transport materijala unutar poduzeća (unutar pogona, između pogona) češće se naziva unutarnji/unutrašnji transport, a osim kretanja materijala, u poduzeću (i šire – lancima opskrbe) dolazi i do mirovanja materijala, odnosno potrebe za uskladištenjem (dugotrajnije) ili privremenim odlaganjem (kratkotrajnije). To je zadatak skladištenja, odnosno logistike skladištenja ili skladišne logistike. Logistika skladištenja, kao dio logistike, može se definirati kao planiranje, izvršavanje, kontrola i upravljanje uskladištenjem robe i s tim povezanih informacija. Uloga skladištenja je dinamičko uravnoteženje tokova materijala, ali i čuvanje materijala dok nije potreban (proizvodnji ili distribuciji). Uskladištene materijale u skladištima nabave i proizvodnje (sirovine i dijelovi za proizvodnju i montažu) potrebno je pripremiti za izdavanje nakon naloga iz proizvodnje ili narudžbe kupca. Taj se proces naziva komisioniranje i sastoji se od lociranja, identificiranja provjere, izuzimanja robe iz skladišne lokacije, konsolidacije (formiranja otpremne pošiljke), omatanja/pakiranja i prijevoza do otpremne zone radi utovara u vozilo vanjskog transport. Logistika komisioniranja je dio logistike koja planira, izvršava, kontrolira i upravlja aktivnostima pripreme robe za raspodjelu proizvodnji ili kupcima. Proces komisioniranja obavlja se u skladištima te se smatra i skladišnim potprocesom. Stoga se uskladištenje (čuvanje) i komisioniranje (priprema za izdavanje) često zajednički nazivaju skladištenje (eng. warehousing). Skladištenje je, dakle, sljedeća ključna aktivnost logistike, s osnovnom zadaćom uskladištenja (čuvanja) materijala do trenutka dok nije potreban te komisioniranja, odnosno pripreme i raspodjele materijala korisnicima, internim ili eksternim.

Aktivnosti skladištenja nisu samo, usko gledano, čuvanje i izdavanje robe, već i mnogo šire: odabir izvedbe skladišta, određivanje prostornog rasporeda u skladištu, upravljanje skladišnim aktivnostima, optimizacije operacija unutar skladišta, vođenje računa o posebnim uvjetima

čuvanja, i dr. Skladištenje materijala pojavljuje se i unutar logistike nabave (skladištenje sirovina, dobavnih proizvoda), logistike proizvodnje (skladištenje poluproizvoda, dijelova za montažu) i u logistici distribucije (skladištenje gotovih proizvoda). [6]

3.2. Pojam skladišta i njegov značaj

Skladištenje kao dio logistike i logistička aktivnost vrlo je važna karika za razumijevanje ovog rada, stoga je potrebno nešto više reći o skladištima i njihovim pojavnim oblicima. Skladišta su izgrađeni objekti ili pripremljeni prostori za smještaj i čuvanje roba od trenutka njihovog preuzimanja do vremena njihove upotrebe i otpreme. Važnost skladišta za cijeli proces logistike je vrlo velika, naime skladišta su na neki način početak i kraj logistike nekog proizvoda u proizvodnom poduzeću i sam proces logistike može predstavljati veliki udio u dodanoj vrijednosti proizvoda, odnosno cijeni. Skladište se može definirati na više načina. Skladište je prostor, koji može biti zatvoren ili otvoren, ograđen ili neograđen, a služi za uskladištenje robe u rasutom stanju ili u ambalaži, te svega onog što je u neposrednoj vezi sa skladištenjem s namjerom da poslije određenog vremena roba bude uključena u daljnji transport, proizvodnju, distribuciju ili potrošnju. Nešto složeniju definiciju dobivamo promatramo li skladište kao dio logistike. Skladište definirano s logističkog stajališta govori da je ono čvor ili točka na logističkoj mreži na kojem se roba prihvaća ili prosljeđuje u nekom drugom smjeru unutar mreže. Nakon definiranja pojma samog skladišta kao fizičkog objekta, dolazimo do aktivnosti koje se provode unutar skladišta. Unutar skladištenja odvijaju se mnoge planirane aktivnosti kojima se materijal dovodi u stanje mirovanja, a uključuje fizički proces rukovanja i čuvanja materijala te metodologiju za provedbu tih procesa. Nakon kratkog opisa skladišta važno je reći koje je svrha skladišta, a ona je višestruka, naime skladište može služiti kao mjesto za objedinjavanje transporta ukoliko je riječ o skladištu smještenom blizu logističkih centara. U proizvodnim poduzećima služi kao spremnik u slučaju prekoračenja proizvodnje, za skladištenje viška ili pak pruža sigurnost u slučaju prekida rada pogona, proizvodnje, prekida isporuke dobavljaču ili zastoja u transportu. Skladišta omogućuju siguran i tehnički ispravan smještaj robe bez ugrožavanja njenih svojstava i kvalitete uz mogućnost podesnosti prihvata i otpreme. Osigurava i uslugu kupcima u smislu da ima pozitivan utjecaj na odvijanje ispunjenja narudžbe kupcima. Iz svega navedenog jasno je da je važnost skladišnog poslovanja velika, tj. da može značiti velike dobitke, ali i gubitke. Zato je važno dobro organizirati skladišni prostor

Mnoge velike i male firme veliku brigu pridaju skladištima jer su svjesne važnosti skladišta, kako u logističkom, tako i u cjelokupnom proizvodnom procesu. U novije vrijeme postoje i specijalizirana poduzeća koja se bave optimizacijom i organizacijom skladišnog prostora, ali i implementacijom novih skladišnih rješenja poput automatiziranih skladišnih sustava. U tablici 1 ispod teksta navedena je podjela skladišta prema raznim kriterijima. [7]

Tablica 1. Podjela skladišta prema raznim kriterijima [7]

KRITERIJ	VRSTA SKLADIŠTA	
Vrsta i značajke materijala	a)	- sipki materijal
		- komadni materijal
		- tekućine
		- plinovi
	b)	- alati
		- ambalaža
		- potrošni materijal
		- otpad
	c)	- sirovine
		- poluproizvodi
		- proizvodi
		- rezervni dijelovi
	d)	- pokvarljivi materijal
		- nepokvarljivi materijal
	e)	- zapaljivi materijal
		- eksplozivni materijal
		- radioaktivni materijal

Stupanj razvoja skladišnog sustava		- ručna
		- djelomično mehanizirana
		- mehanizirana
		- djelomično automatizirana
		- automatizirana
Strategija odlaganja materijala	a)	- s unaprijed određenim rasporedom
		- sa slobodnim rasporedom odlaganja unutar određenog dijela skladišta
		- sa slučajnim rasporedom odlaganja
	b)	- odlaganje u blokovima
		- odlaganje u redovima
	c)	- odlaganje istovrsnog materijala na jednom mjestu
		- odlaganje raznovrsnog materijala na jednom mjestu
Značajke građevinskog objekta	a)	- zatvorena
		- otvorena
		- natkrivena
		- posebna
	b)	- podzemna
		- prizemna
		- katna
		- silosi
Glavna zamisao izvedbe objekta		- horizontalna ili niska (visina do oko 7 m)
		- okomita ili visoka (visina preko 12 m)
Tehnologija skladištenja		- podna (statična i dinamična)
		- regalna i visokoregalna (statična i dinamična)
		- sa skladištenjem na transportnim sredstvima (transportno – skladišna sredstva)

Pripadnost dijelu poduzeća (pripadnost funkciji)		- nabave
		- prodaje
		- proizvodnje
		- kooperacije
		- servisa
		- održavanja
		- alatnice
		- laboratorija
Vrsta sredstava za skladištenje	a)	- bez sredstava za skladištenje (podna skladišta)
		- sa sredstvima za skladištenje (regalna skladišta)
	b)	- s nepokretnim regalima (statična)
		- s pokretnim regalima (dinamična)
	c)	- polični regali
		- paletni regali
		- konzolni regali
		- prolazni regali
		- protočni regali
		- pokretni regali
		- prijevozni regali

Samo iz podjele skladišta prema navedenim kriterijima vidljivo je da područje skladištenja nije jednostavno kakvim se na prvu može činiti. Postoje razne vrste skladišta raznih namjena i pojavnih oblika. Također kod procesa skladištenja važno je uzeti u obzir ljude koji sudjeluju u procesu, strojeve koje oni koriste, metodologije kojima se služe...

4. Postojeće stanje skladišnog sustava proizvodnog poduzeća DOK-ING

4.1. Skladišne lokacije i njihov smještaj

Trenutna skladišna situacija je prilično zamršena jer postoji 12 različitih skladišnih lokacija od kojih su dvije (skladišna lokacija 1 - podrum i skladišna lokacija 2) u objektu koji nije u sastavu proizvodnog pogona i smještene nepristupačno u podrumu. Ideja je pomaknuti te skladišne lokacije zbog toga što su veoma udaljene od mjesta na koje odlaze dijelovi smješteni u njima, ali i zbog želje za prenamjenom lokacije, odnosno zgrade u kojoj su smještene. Na tim lokacijama nalazi se malen broj dijelova manjih dimenzija koji su uglavnom smješteni na podu bez prevelike organizacije. Opisano nije moguće vidjeti na slikama jer je u trenutku pisanja ovog rada počeo proces seljenja i razmještaja skladišnih lokacija. U zgradi proizvodnog pogona smješteno je 10 skladišnih lokacija od kojih je jedna djelomično izvan pogona i polovično natkrivena. Većina skladišta sadrži komadni materijal, i to u obliku sirovina, poluproizvoda, proizvoda i rezervnih dijelova. Stupanj razvoja skladišnog sustava je djelomično mehaniziran, tj. samo se u segmentima skladištenja koristi mehanizacija, dok automatizacije uopće nema. Strategija je slobodni raspored odlaganja unutar određenog dijela skladišta. Skladišta su zatvorena i horizontalna, dok je tehnologija skladištenja podna i regalna (regali malih dimenzija i male visine). Podjela prema vrsti sredstava za skladištenje je djelomično bez sredstava za odlaganje (podno odlaganje) i djelomično sa sredstvima za odlaganje (statični regali).

Sve vezano uz način skladištenja prikazano je u tablici 2.

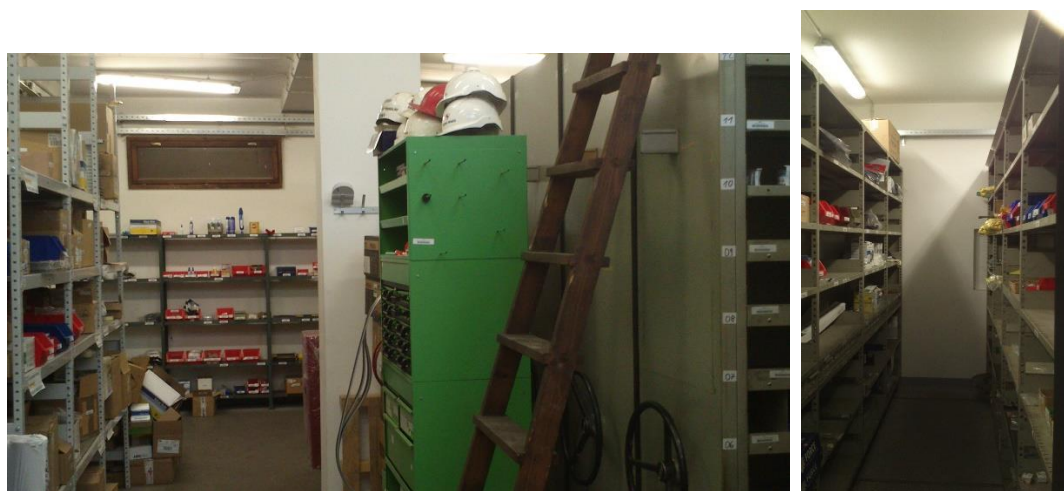
Tablica 2. Podjela skladišta DOK-ING-a prema raznim kriterijima

KRITERIJ	VRSTA SKLADIŠTA
Vrsta i značajke materijala	- komadni materijal - sirovine, poluproizvodi, proizvodi i rezervni dijelovi
Stupanj razvoja	- djelomično mehanizirana
Strategija odlaganja	- slobodni raspored unutar definiranog dijela skladišta
Značajke i zamisao objekta	- zatvorena i horizontalna skladišta
Tehnologija skladištenja	- podna i regalna
Vrsta sredstava za skladištenje	- bez (podno odlaganje) - sa sredstvima za odlaganje (nepokretni regali)

U nastavku će biti navedene skladišne lokacije, njihov smještaj, namjena i slikovni prikaz svake pojedine lokacije.

1. Skladišna lokacija 1

U skladišnoj lokaciji 1 smješten je sitan potrošni materijal poput rukavica, reznih ploča, brusnog papira i drugo, a sama je lokacija smještena tik na ulazu u glavnu proizvodnu halu i prikazana je na slici 8 i 9.

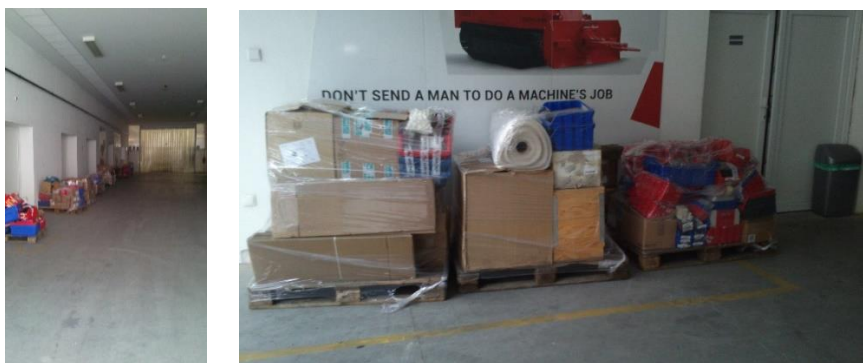


Slika 8. i Slika 9. Prikaz skladišne lokacije 1

Na slikama je vidljivo da je lokacija nedovoljno iskorištena i da postoji puno slobodnog prostora, skladišti se materijal malih dimenzija i lako ga je premjestiti.

2. Skladišna lokacija 2

Skladišna lokacija 2 sastoji se od dijelova elektronike i trenutno nema smještaj jer je u procesu seljenja iz podruma druge hale; veći dio je smješten uz rubove ulaznog transportnog prolaza prema hali. Važno je da elektronika bude u zatvorenom prostoru i o tome je potrebno voditi računa pri formiranju nove skladišne lokacije.



Slika 10. i Slika 11. Prikaz trenutne lokacije materijala iz skladišne lokacije 2

3. Skladišna lokacija 3

Trenutno je prostor skladišne lokacije 3 prazan, naime inače se u skladišnoj lokaciji 3 nalazi elektronika, kao i na lokaciji 2, ali je ona također trenutno raspoređena po drugim lokacijama i nalazi se u hodniku ulaza u glavnu halu. Potrebno je naći adekvatnu poziciju za skladište, tj. spojiti ovu lokaciju s lokacijom 2 i smjestiti ih u zatvoren prostor kako vlaga ne bi prodirala do sklopova i uništila ih.

4. Skladišna lokacija 4

Na skladišnoj lokaciji 4 nalazi se vijčana roba, a sama lokacija je podijeljena u dva dijela, jedan dio se nalazi na ulazu u skladišnu lokaciju 11, dok jedan dio smješten u jugo-istočni dio skladišne lokacije 12. Opisano je moguće vidjeti na slici 12.



Slika 12. Prikaz skladišne lokacije 4

Na slici je vidljivo da se lokacija sastoji od svega nekoliko polovično popunjenih polica koje sadrže sitnu robu i dijela skladišne lokacije koji je fizički odvojen ogradom, a sadrži istu robu. Ideja je spojiti skladište u jednu cjelinu i organizirati ga, ali više o tome u nastavku.

5. Skladišna lokacija 5

Skladišna lokacija 5 sadrži cinčane dijelove i nalazi se u središtu skladišne lokacije 12 na niskom regalu. Prikazana je na slikama 13. i 14.

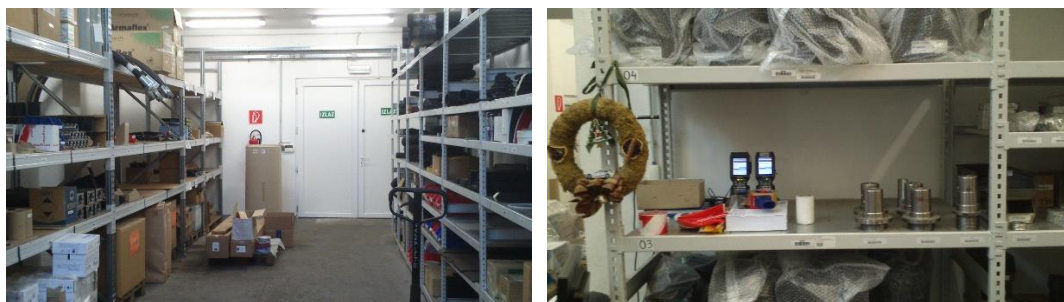


Slika 13. i Slika 14. Prikaz skladišne lokacije 5

Na slikama je vidljivo da skladišna lokacija zauzima veliki prostor i da sadrži samo mali broj dijelova smještenih na niskim policama.

6. Skladišna lokacija 6

Skladišna lokacija 6 sadrži mehaničke poluproizvode manjih dimenzija, smješteni su na policama, organizirani su, ali gustoća skladištenja je mala, postoji puno slobodnog prostora i police se nalaze uz zidove tako da je do njih moguće doći samo s jedne strane. Navedeno se vidi na slikama 15. i 16.



Slika 15. i Slika 16. Prikaz skladišne lokacije 6

Osim velikog slobodnog prostora na slikama je vidljivo da je poduzeće uložilo i ispravno koristi uređaje s bar kodom za komisioniranje. Sustav funkcionira na način da skladištar dobije upit za materijal, može vidjeti gdje se on nalazi i skeniranjem bar koda skida ili dodaje na stanje skladišta.

7. Skladišna lokacija 7

Ova lokacija se nalazi u identičnom prostoru kao i prošla i nalazi se pokraj nje, način skladištenja je isti, samo je razlika u predmetima koji se skladište. U ovom skladištu nalaze se hidraulički priključci, a stanje skladišta je moguće vidjeti na slikama 17. i 18.



Slika 17. i Slika 18. Prikaz skladišne lokacije 7

8. Skladišna lokacija 9

Skladišna lokacija 9 sadrži poluproizvode koji su uglavnom većih dimenzija i nisu osjetljivi na vanjske uvijete budući da je skladište samo djelomično natkriveno i nema zaštite od vode i vlage. Navedeno se vidi na slikama 19. i 20.



Slika 19. i Slika 20. Prikaz djelomično natkrivene skladišne lokacije 9

Na slikama je vidljivo da nisu sve lokacije popunjene i da materijal nije optimalno složen, a problem je i u uvjetima skladištenja i neotpornosti većine dijelova na vremenske uvjete.

9. Skladišna lokacija 10

Skladišna lokacija 10 je zatvorena skladišna lokacija u kojoj se nalaze hidrauličke komponente većih dimenzija, to je zatvorena lokacija budući da su hidrauličke komponente osjetljive na vanjske uvijete i vlagu, prikazana je na slikama 21. i 22.



Slika 21. i Slika 22. Prikaz skladišne lokacije 10

Na slikama je vidljivo kako se u skladištu nalazi dosta pozicija većih dimenzija na paletama te da postoji dio skladišta predviđen za predmete manjih dimenzija, a ima i slobodnog prostora.

10. Skladišna lokacija 11

U prostoru skladišne lokacije 11 nalaze se dijelovi pogonskih motora i opreme većih dimenzija, palete su skladištene na visokim paletnim regalima na 4 razine. Skladište je prikazano na slikama 23. i 24.



Slika 23. i Slika 24. Prikaz skladišne lokacije 11

Ovo je skladište najbolje organizirano i najbolje iskorišteno, a jedini problem predstavlja činjenica da samo jedan viličar može komisionirati robu, i to bočni paletni viličar s visokim rasponom podizanja vilica (prikazan na slici 25.). Skladišne regale je isporučila i postavila firma Primat iz Hrvatskog Leskovca 2013. godine. Visina stranica regala je 5500 mm (4 razine i pod), dubina je 1070 mm, a na police je, ovisno o tipu nosača, moguće skladištiti 2100 kg po paru paleta (nosači 2700 i 3000 mm) i 1400 kg (nosač od 1800 mm).



Slika 25. Bočni paletni viličar Hyster MatriX

11. Skladišna lokacija 12

Skladišna lokacija 12 sadrži mehaničke komponente većih dimenzija koje se nalaze na visokim policama. Skladišna lokacija 12 okružuje lokaciju 5. Lokaciju je moguće vidjeti na slikama 26., 27. i 28.



Slika 26., Slika 27. i Slika 28. Skladišna lokacija 12

Na slikama je vidljiva mala gustoća skladištenja i puno slobodnog prostora koji bi mogao biti bolje iskorišten.

4.2. Način komisioniranja

Trenutno se komisioniranje vrši na način da skladištar ručno složi potreban materijal (u slučaju manjih dijelova i sklopova) na paletu, koju potom ručnim viličarem odvozi na mjesto gdje će dijelovi biti potrebni pri montaži ili viličar dolazi po paletu. U slučaju većih dijelova oni se nekim od viličara odvoze do prostora za montažu. Postoji više viličara, bočni viličar Hyster MatriX R1.6, prikazan na slici 29., nosivosti 1600 kg i visine podizanja od 10000 mm, i Hyster S1, prikazan na slici 29., nosivosti oko 1000 kg i visine podizanja od 3000 mm, koji se koristi za terete manjih dimenzija i masa.



Slika 29. Hyster S1 viličar

Od klasičnih viličara koriste se Heli 30 plinski viličar, nosivosti 3000 kg i visine podizanja od 3000 mm, prikazan na slici 30. Posljednji i najveći je Hyster 700 plinski viličar nosivosti 6000 kg koji se koristi kod transporta većih dijelova i poluproizvoda (prikazan na slici 31.). Problem

komisioniranja javlja se ukoliko su skladišne lokacije udaljene jedne od drugih i to iziskuje dosta vremena samo za kretanje među njima, kako viličaru, tako i čovjeku i oni nisu samim time dobro iskorišteni.



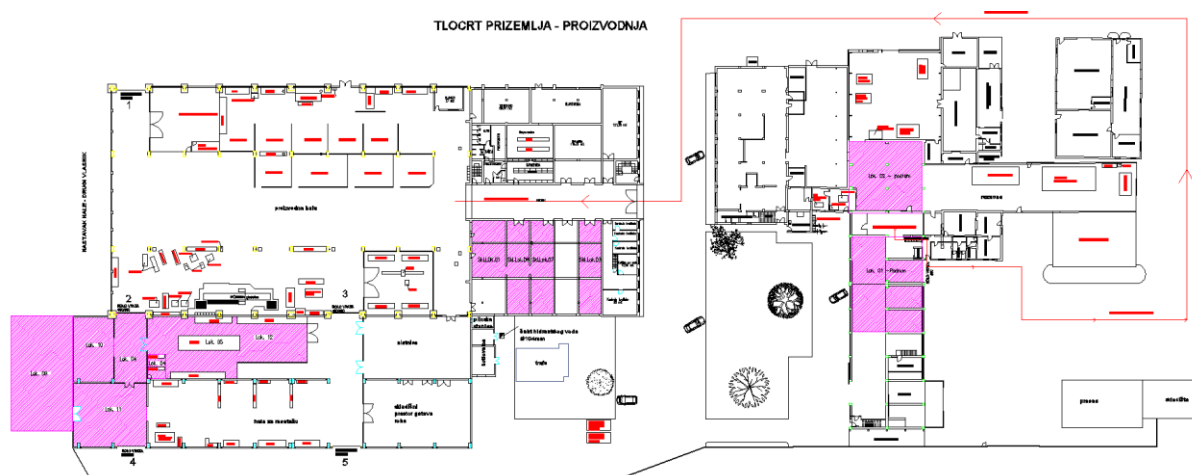
Slika 30. i Slika 31. Plinski viličari Heli 30 i Hyster 700

4.3. Trenutna površina skladišnih lokacija

Postojeća površina koja se koristi za skladištenje iznosi oko 2000 m², površine skladišnih lokacija naznačene su u tablici 3. koja se nalazi u nastavku teksta i u slici broj 32., koja pokazuje pojedine skladišne lokacije na tlocrtu proizvodnog poduzeća.

Tablica 3. Površine skladišnih lokacija (postojeće stanje)

Skladišna lokacija	Dimenzije	Površina
Skladišna lokacija 1 - podrum	19,3 x 13,3 metara	257 m ²
Skladišna lokacija 1	12,1 x 7,2 metara	87 m ²
Skladišna lokacija 2 - podrum	15,2 x 15,0 metara	228 m ²
Skladišna lokacija 3	19,6 x 4,8 metara	94 m ²
Skladišna lokacija 4	3,9 x 5,2 + 6,9 x 14,6 metara	121 m ²
Skladišna lokacija 5	13,3 x 3,0 metara	39 m ²
Skladišna lokacija 6	19,6 x 4,8 metara	94 m ²
Skladišna lokacija 7	19,6 x 4,8 metara	94 m ²
Skladišna lokacija 9	24,1 x 12,9 metara	310 m ²
Skladišna lokacija 10	13,6 x 8,5 metara	116 m ²
Skladišna lokacija 11	15,4 x 13,3 metara	205 m ²
Skladišna lokacija 12	30,0 x 11,0 metara	330 m ²
UKUPNO:		1975 m²



Slika 32. Tlocrt postojećeg stanja proizvodnog poduzeća s prikazom skladišnih lokacija

Na tlocrtu su skladišne površine šrafirane bojom, a tlocrt se nalazi u prilogu.

Iz tablice 1. i slike 32. vidljive su velike površine skladišnih lokacija i njihova međusobna udaljenost. Velike površine skladišnih lokacija, ukupno gotovo 2000 m², kao i slike priložene u prošlom poglavlju svjedoče o slaboj iskoristivosti skladišnog prostora, ali i o manjku organizacije pri skladištenju, što je posljedica velike površine trenutnih skladišta. U nastavku rada bit će definirana potrebna površina skladišnih lokacija i pomno analiziran njihov smještaj s obzirom na ograničenja i smanjenje transportnog intenziteta, tj. vremena.

5. Proračun transportnog učinka reprezentativnog proizvoda MV-10

Kao reprezentativan proizvod odabran je stroj za razminiranje MV-10, a taj stroj je izabran zato što čini velik udio u ukupnoj proizvodnji poduzeća i zato što to, ukoliko dođe do narudžbe nekoliko jedinica, može stvoriti velike poteškoće i poremećaje u proizvodnji. Stroj je, naime, velikih gabarita i sastoji se od mnogo dijelova i sklopova te to stvara problem jer je uobičajeno da postoji vremenski rok za dovršenje serije strojeva.

5.1. Stroj za razminiranje MV-10 [8]

Budući da će se transportni intenzitet i skladišne potrebe analizirati na primjeru stroja MV-10, trebalo bi nešto više reći o njemu.

MV-10 je dizajniran za čišćenje raznih vrsta terena koji sadrže protupješačke (AP) mine, anti-tenkovske (AT) mine i druga neeksplozirana sredstva (UXO). Zbog svoje iznimne snage i visoke brzine uklanjanja MV-10 je pogodan za razminiranje velikih područja kontaminiranih svim vrstama mina i neeksploziranim ubojitim sredstvima. Radni alati za kopanje i razminiranje su fiksirani na prednjoj strani sustava te su posebno dizajnirani za aktiviranje ili uništavanje mina i neeksploziranih sredstava. MV-10 koristi dva alata: rotirajući mlatilica alat dizajniran za aktiviranje ili razbijanje AP i AT mina i rotirajući alat koji obavlja sekundarnu funkciju čišćenja i uvijek drži dubinu kopanja konstantnom. Mlatilo i freza jedinica mogu raditi istovremeno ili neovisno jedan o drugome. Dodatni priključci alata su valjak i jedinica za zahvaćanje.

Dizajn – MV-10 može raditi tijekom cijele godine u gotovo svim uvjetima, a najvažnije su mu značajke dimenzije, odlična manevarska sposobnost (unatoč težini do 20 tona), velika snaga motora i nisko težište.

Produktivnost - operiran od strane jednog operatora, koji koristi daljinski upravljač sa sigurne udaljenosti, ima produktivnost do 7000 m² po satu. Sustav ima maksimalnu dubinu čišćenja do 60 cm. Najbolji referenca je preko 40 milijuna kvadratnih metara minski zagađenih zemljišta mehanički očišćenih od strane sustava.

Učinkovitost - korištenje oba alata, rotirajuće mlatilice i rotirajuće freze za uništavanje protupješačkih i protutenkovskih mina, MV-10 sustavu osigurava visoku učinkovitost. Alati mogu raditi neovisno jedan od drugome. Nadalje, samo jedan operator i dva mehaničara potrebni su za prijevoz, rad i popravak/održavanje stroja.

Zaštita - pri izradi MV-10 stroja koriste se HARDOX 450 čelične ploče i vrlo su otporne na fragmentaciju mina.

Sigurnost – daljinski uređaj sustava uključuje operativni raspon do 2000 m. Osiguravanjem sigurne udaljenosti operatora MV-10 može potpuno sigurno detonirati i protutenkovske mine. Operatori su zaštićeni čak i od najmanjih zdravstvenih problema koji mogu nastati kao posljedica neposredne eksplozije.

Transport - MV-10 sustav može biti transportiran cestom pomoću niske prikolice („labudica“). Također se može transportirati zrakoplovom C-130 Hercules ili morskim putem u spremniku od 20 stopa. Samo nekoliko minuta je potrebno za iskrcavanje MV-10 iz bilo kojeg prometnog sredstva i za početak aktivnosti razminiranja. Nije potrebna prethodna priprema kao ni dodatno osoblje.

Održavanje - Sve preventivne provjere i većina popravaka mogu se provesti od strane operatora i mehaničara na terenu. Obavezni popravci provode se u određenim intervalima. Svi dijelovi sustava koji su osjetljivi na oštećenja od eksplozije mogu se brzo i lako zamijeniti.



Slika 33. MV-10 u pogonu



Slika 34. i Slika 35. MV-10 s dodatnim alatnim nastavcima

5.2. Tok materijala i transportni učinak (intenzitet) [10]

Tok materijala jest organizacijsko, vremensko i prostorno povezivanje tehnoloških, kontrolnih, skladišnih, transportnih i ostalih zbivanja vezanih uz materijal koji prolazi proizvodnim sustavom tijekom ciklusa proizvodnje, a obuhvaća sva kretanja materijalnih dobara unutar zadanog prostornog područja i vremena. Promjenjive varijable su: put, brzina kretanja i količina. Materijalna dobra koja se prevoze mogu biti: sirovine, poluproizvodi, vlastiti i kupljeni dijelovi, sklopovi, gotovi proizvodi, trgovačka roba, alati, naprave, modeli, pogonske i pomoćne tvari, a tok materijala može se promatrati na različitim razinama, obuhvaćajući samo dio sustava s nekoliko elemenata ili cjelokupni sustav s kupcima i dobavljačima. Tok materijala dijeli se na 4 razine:

- **Tok materijala I.** razine obuhvaća kretanje materijala između proizvodnog sustava i njegovih dobavljača i kupaca. Uz ostale čimbenike mjerodavan je za izbor mikrolokacije sustava.
- **Tok materijala II.** razine obuhvaća kretanje materijala između objekata na mikrolokaciji. Mjerodavan je za izradbu plana izgradnje.
- **Tok materijala III.** razine obuhvaća kretanje materijala između pojedinih odjela (radionica) i unutar odjela, između elemenata odjela (strojeva, radnih mjesta...) i osnovni je ulazni podatak za postupke optimiranja rasporeda odjela odnosno rasporeda elemenata unutar odjela.
- **Tok materijala IV.** razine sadrži kretanja materijala na radnom mjestu. Ova razina je posebno važna pri automatizaciji tokova materijala na radnom mjestu.

Postupak određivanja toka materijala započinje od toka materijala treće razine. Tokovi materijala nižih razina dobivaju se jednostavnim preračunavanjem, jer se elementi sustava spajaju u veće cjeline. Takav je i slučaj s ovim proizvodnim pogonom.

Tok se materijala izražava kao količina materijala koja prolazi proizvodnim sustavom u određenom vremenskom razdoblju, a kvantificira se transportnom intenzivnošću.

Jedinica vremena mora biti tako odabrana da se njome obuhvate sve programske i tehnološke značajke proizvodnoga procesa. Ovisno o vrsti proizvodnje, kao vremenska jedinica za kvantifikaciju toka materijala rabe se: godina, šestomjesečno ili tromjesečno razdoblje, a količina se može izraziti brojem komada, težinom, obujmom, brojem sredstava za odlaganje i brojem transportnih jedinica.

Proračun toka materijala provodi se na temelju podataka o proizvodnom programu, sastavnica, planova izrade i planova montaže, a postupa se na sljedeći način:

1. Raščlane se proizvodi uz pomoć sastavnica na sklopove i pojedinačne dijelove (predmete rada).
2. Odredi se ukupan broj sklopova i pojedinačnih dijelova za promatrano plansko razdoblje.
3. Definira se vrsta sredstva za odlaganje za svaki predmet rada.
4. Za svaki se predmet rada proračuna potreban broj transporata za prijevoz jedne serije i-tog predmeta rada.
5. Intenzivnost toka materijala izražava se brojem transporata u planskom razdoblju (jedna godina) između k-tog i j-tog elementa sustava, a izračunava izrazom:

$$B_{kji} = n_{oi} \times n_{si} \quad (1)$$

gdje je n_{si} broj serija i-toga predmeta rada u planskome razdoblju.

6. Ukupna transportna intenzivnost u planskom razdoblju između k-tog i j-tog elementa sustava dobiva se zbrajanjem intenzivnosti transporta za sve predmete rada koji se transportiraju između tih elemenata sustava:

$$B_{kj} = \sum B_{kji} \quad (2)$$

i - brojač predmeta rada koji se transportiraju između elemenata k i j, $i = 1, 2, \dots, n_p$

Proračun se može obaviti za reprezentativne proizvode odnosno reprezentativne dijelove i sklopove.

5.3. Proračun transportnog učinka prema trenutnom stanju

Da bi se izračunao transportni učinak procesa montaže, potrebno je definirati sve komponente i sklopove koji se ugrađuju u reprezentativni proizvod MV-10, povezati ih sa skladištima u kojima se nalaze, ali i odrediti na koji način dolaze do mjesta za montažu. Uzevši u obzir veličinu stroja i kompleksnost izrade, bio bi to dugotrajan posao, ali budući da veliko poduzeće poput DOK-ING-a mora imati ERP sustav koji sadrži sve informacije o proizvodnji, bitno je bilo naći način da se dođe do tih informacija... Tu su u pomoć priskočili stručni suradnici, zaposlenici DOK-ING-a koji su vrlo brzo pronašli/utvrdili sve podatke o svakom dijelu koji sudjeluje u procesu montaže. Proces računanja transportnog učinka je tekao kako je objašnjeno u sljedećim koracima.

1. Iz dobivene tablice, koja se sastojala od otprilike osamsto pozicija (dio je prikazan u nastavku), izvučene su potrebne informacije, tj. tablica 2 iskorištena je za daljnje formiranje tablice.

Tablica 4. Tablica popisa artikala s njihovom lokacijom dobivena od DOK-ING-a

sifra	naziv	kolicina	em	stope	c_lokacija
009227	HARDENER SIGMADUR 520/550PAKIRANJE=0,48L	0,48 l	10	01	
009558	RAZREĐIVAČ SIGMA THINER 21-06 ZA ZAV. (Dvokonpo.)PAKIRANJE=	1 l	10	01	
011043	BOJA SIGMADUR 550 RAL 9011 CRNAPAKIRANJE=3,52L	3,52 l	10	01	
008333	ROLKA PC 377 (366C) - MV10 2	22 kom	10	09	
008334	VODEČI KOTAČ S NATEZAČEM VA 2274 - ex 2281- MV10	2 kom	10	09	
002575	REDUKTOR F55/87(V105)MB/A MV10-03BOJANO CRNO RAL 9011	2 kom	10	11D0304	
10224	MOTOR CATERPILLAR C18 571kW 2100rpm	1 kom	20	12	
108997	SPREJ BEZBOJNI MAT AKRIL 400ml	1 kom	20	01	
108998	SPREJ ŽUTI CN8520 400mlZA CATERPILLAR DIJELOVE	1 kom	20	01	
014036	MULTIPLIKATOR 4383.67.09903 MV10BOJANO CRNO RAL 9011	1 kom	20	11A0301	
001699	DRŽAČ KUĆIŠTA TURBINE LIJEVI	1 kom	30	05LL0301	
001951	CIJEV USISA ZRAKA INOX	1 kom	30	05J0101	
002183	CIJEV TURBINE INOX IZLAZNA 2	1 kom	30	05I0102	
004228	PRIKLJUČAK XVNNW20HS (NPT)	1 kom	30	06A0107	

2. Drugi korak je bio formiranje nove tablice koja za svaku od osamstotinjak pozicija navodi podatke o rednom broju, nazivu, mjestu u skladišnoj lokaciji, količini potrebnoj za montažu, jedinici u kojoj se skladišti, operaciji u sklopu koje se koristi, načinu komisioniranja te mogućnosti grupnog komisioniranja. Navedene kolone i informacije služe za daljnje računanje transportnog učinka.

Tablica 5. Nova formirana tablica

Redni broj	Naziv	Skladište	Količina	Jedinica	Operacija	Način komisioniranja	Grupno komisioniranje
1.	HARDENER SIGMADUR 520/550PAKIRANJE=0,48L	S01	0,48	l	1	R	DA
2.	RAZREĐIVAČ SIGMA THINER 21-06 ZA ZAV. (Dvokonpo.)PAKIRANJE=1L	S01	1	l	1	R	DA
3.	BOJA SIGMADUR 550 RAL 9011 CRNAPAKIRANJE=3,52L	S01	3,52	l	1	R	DA
4.	ROLKA PC 377 (366C) - MV10 2	S09	22	kom	1	V	DA
5.	VODEČI KOTAČ S NATEZAČEM VA 2274 - ex 2281- MV10	S09	2	kom	1	V	DA
6.	REDUKTOR F55/87(V105)MB/A MV10-03BOJANO CRNO RAL 9011	S11	2	kom	1	V	NE
7.	MOTOR CATERPILLAR C18 571kW 2100rpm	S12	1	kom	2	V	NE
8.	SPREJ BEZBOJNI MAT AKRIL 400ml	S01	1	kom	2	R	DA
9.	SPREJ ŽUTI CN8520 400mlZA CATERPILLAR DIJELOVE	S01	1	kom	2	R	DA
10.	MULTIPLIKATOR 4383.67.09903 MV10BOJANO CRNO RAL 9011	S11	1	kom	2	V	NE
11.	DRŽAČ KUĆIŠTA TURBINE LIJEVI	S05	1	kom	3	R	DA
12.	CIJEV USISA ZRAKA INOX	S05	1	kom	3	V	NE
13.	CIJEV TURBINE INOX IZLAZNA 2	S05	1	kom	3	V	NE
14.	PRIKLJUČAK XVNNW20HS (NPT)	S06	1	kom	3	R	DA
15.	PRIKLJUČAK XVRNW20HS3/4 (ED)	S06	2	kom	3	R	DA

3. Iz dobivene tablice u drugom koraku formirana je nova tablica, budući da je komisioniranje skupno, tj. potrebno je sakupiti sve dijelove potrebne za operaciju na pojedinoj skladišnoj lokaciji, te ih potom odvesti do prostora za montažu. Izračunata je udaljenost između svakog pojedinog skladišta i na temelju toga je dobiven je transportni učinak množenjem procijenjenih broja transporta s udaljenošću. Montaža se sastoji od više operacija, a komisioniranje se vrši grupno za svaku operaciju sa svake potrebne skladišne lokacije.

Tablica 6. Trenutni transportni intenzitet

SKLADIŠTE	UDALIENOST (m)	BROJ DIJELOVA	BROJ TRANSPORTA	TRANSPORTNI INTENZITET (m)
SKL 1	135	26	11	1485
SKL 2	415	70	12	4980
SKL 3	120	46	1	120
SKL 4	40	313	20	800
SKL 5	65	86	15	975
SKL 6	135	178	15	2025
SKL 7	135	21	8	1080
SKL 8				
SKL 9	55	11	5	275
SKL 10	50	17	6	300
SKL 11	35	10	5	175
SKL 12	65	19	8	520
			UKUPNO (m) :	12735
			VRIJEME (min) :	212 (v=1 m/s)

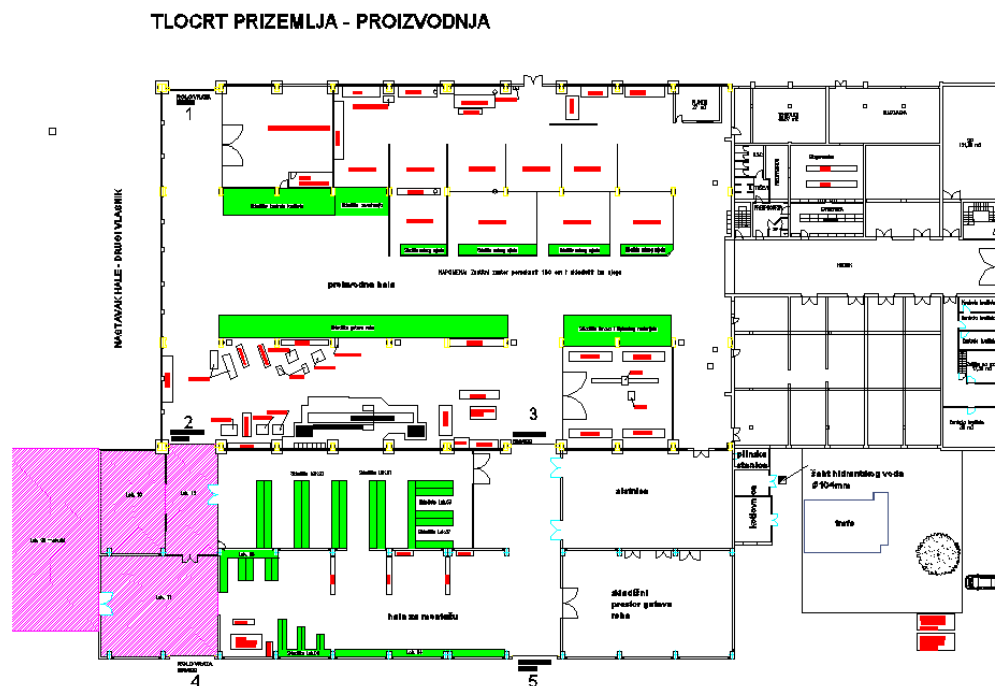
Vidljivo je da ukupna udaljenost koju je potrebno prijeći da bi bili skupljeni svi dijelovi i sklopovi za montažu stroja MV-10 iznosi gotovo 13 kilometara. Kada uzmemo u obzir da se viličar u pogonu zbog sigurnosti kreće brzinom od oko 1 m/s, što je otprilike jednako

brzini ljudskoga hoda, dobivamo podatak da samo za prijevoz dijelova, bez vremena komisioniranja treba više od tri i pol sata (oko 212 minuta).

- Promatrajući kritična mjesta, odnosno najveće udaljenosti predložene su uštede, odnosno promjena nekih skladišnih lokacija, o čemu će više riječi biti u nastavku.

5.4. Proračun transportnog učinka prve varijante poboljšanja

Nakon dobivenih podataka o kritičnim mjestima, odnosno lokacijama skladišta prema kojima i od kojih transport čini veliki udio u ukupnom transportnom intenzitetu (to su poglavito skladišne lokacije 1, 2, 6 i 7), napravljen je novi tlocrt na kojemu su promijenjene lokacije nekih skladišta i ostvarene uštede. Tlocrt je doraden prema osobnom osjećaju i poznavanju toka materijala i nije korištena unaprijed određena metoda optimizacije skladišnog prostora poput metode trokuta jer za time nije bilo potrebe. Dobrim poznavanjem proizvodnog pogona i sudjelovanjem u projektnom zadatku optimalnog rasporeda strojeva dobiven je dobar utisak i pojam o tome gdje, što i kako putuje i prema tome je izrađen idealni raspored skladišta s obzirom na slobodne lokacije. Budući da je prostorni raspored detaljno analiziran u projektnom zadatku [1], prerezsmještaj skladišta nije predstavljao problem. Konkretni tlocrt nalazi se u nastavku (slika 36.), ali i u nacrtu u privitku.



Slika 36. Tlocrt proizvodnog pogona – prva varijanta poboljšanja

Na slici je vidljivo da su izvršene sljedeće promjene:

1. Skladišna lokacija 1 i skladišna lokacija 2 pomaknute su u prostor stare skladišne lokacije 12 i 5 i probijen je prolaz između skladišnih lokacija i hale za montažu. Time je osigurana značajna ušteda od gotovo 6 kilometara u transportnom intenzitetu .
2. Skladišna lokacija 4 pomaknuta je na police koje se nalaze preko puta mjesta za montažu i na taj način je dobivena ušteda od otprilike 600 metara.
3. Skladišna lokacija 3 pomaknuta je zajedno s lokacijom 7 u prazan prostor iza prostora za montažu, sučelice skladišnoj lokaciji 12 i time je ostvarena ušteda od oko 800 metara u transportnom intenzitetu.
4. Skladišna lokacija 5 pomaknuta je u jugo-istočni kut hale za montažu i time je dobivena ušteda od otprilike 500 metara.
5. Skladišna lokacija 6 pomaknuta je preko puta prostora za montažu uz prostor za izradu hidrauličkih komponenti čime je smanjen transportni intenzitet za gotovo 1700 metara.
6. Posljednja promjena je pomicanje skladišne lokacije 12 na mjesto skladišne lokacije 4 i time je transportni intenzitet ostao isti, također skladišne lokacije 9, 10 i 11 nisu mijenjale mjesto.

Kada se uzmu u obzir sve promjene dobiven je novi transportni intenzitet koji je prikazan u tablici 7 u nastavku.

Tablica 7. Transportni intenzitet trenutne i verzije poboljšanja 1

SKLADIŠTE	UDALJENOST (m)	BROJ DIJELOVA	BROJ TRANSPORTA	TRANSPORTNI INTENZITET (m)	NOVA UDALJENOST 1 (m)	NOVI TRANSP. INTENZITET 1 (m)
SKL 1	135	26	11	1485	20	220
SKL 2	415	70	12	4980	30	360
SKL 3	120	46	1	118	35	35
SKL 4	40	313	20	800	10	200
SKL 5	65	86	15	945	30	450
SKL 6	135	178	15	2010	25	375
SKL 7	135	21	8	1064	40	320
SKL 8						
SKL 9	55	11	5	275	55	275
SKL 10	50	17	6	300	50	300
SKL 11	35	10	5	175	36	175
SKL 12	65	19	8	520	66	520
			UKUPNO (m) :	12672		3230
			VRIJEME (min) :	211 (v=1 m/s)		54 (v=1 m/s)

Vidljivo je da je novim razmještajem dobiven gotovo 4 puta manji transportni intenzitet, te da je ukupno vrijeme transporta manje od jednog sata, tj. vrijeme transporta je smanjeno za više od dva i pol sata.

5.5. Poboljšanja skladišnog prostora koja ne utječu izravno na transportni intenzitet montaže

Pri računanju transportnog učinka uzeta su u obzir skladišta između kojih se vrši transport, tj. prostora montaže i desetak skladišnih prostora. Vrlo važno je promotriti i skladišta koja nisu uključena u proces montaže, tj. skladišta sirovog materijala, gotovih proizvoda, nedovršenih proizvoda, skladište kontrole kvalitete, skladište radnih mjesta zavarivanja, skladište isporuke i primitka od kooperanta...

Učinjena su sljedeća poboljšanja u pogledu ostalih skladišta:

1. Formiran je prostor skladišta gotove robe koji se proteže glavnom halom uz prostor strojne obrade.
2. Skladišni dio potreban radnim mjestima zavarivača pomaknut je iza zaštitnih pregrada radnih mjesta. Tj. pomaknut je paravan ispred skladišnog prostora kako bi pogon izgledao estetički čišće i kako uskladišteni materijal ne bi smetao transportu i kretanju kroz skladište.
3. Formiran je prostor koji ima zadaću biti skladišni prostor odjela kontrole kvalitete i nalazi se uz samo područje kontrole kvalitete.

6. Model poboljšanja i prilagodbi prema uputama dobivenim od strane osoblja proizvodnog poduzeća (Verzija poboljšanja 2)

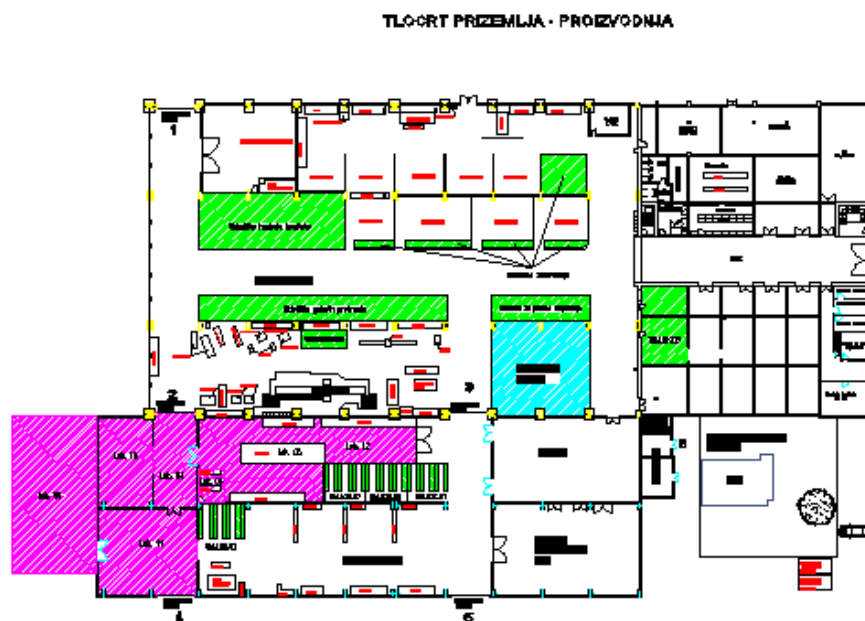
Nakon izrade prve varijante poboljšanja, određen je sastanak sa zaposlenicima DOK-ING-a koji su iznijeli neke nove prijedloge i ograničenja nakon viđenja napravljenog. Budući da je cilj rada pronaći najbolji mogući raspored skladišta, jasno je da vrlo rijetko u postojećem sustavu taj raspored može biti idealan. Cijeli postupak pronalaženja optimalnog rasporeda skladišta je iterativan, a dobiven raspored nije idealan već donosi optimalno (najbolje moguće) poboljšanje u odnosu na postojeće stanje. Svaki sastanak stoga donosi nove upute, ograničenja i ideje koje rezultiraju ponekad većim, a ponekad manjim (kozmetičkim) promjenama, no cilj nije bio zaustaviti se samo na prostornom rasporedu skladišta. Unatoč inicijalnom cilju smanjenja transportnog intenziteta skladišta prema prostoru montaže, učinjene su neke promjene sa skladištima koja nisu bila u izravnom odnosu s radnim mjestom montaže, poput skladišta gotovih proizvoda, skladišta kooperacije, kontrole kvalitete... Osim toga nije se stalo na reorganizaciji skladišta, već su u tlocrt su ugrađene neke promjene koje mogu rezultirati boljim funkcioniranjem poduzeća i boljom organizacijom poslovanja, a naknadno će biti navedene i objašnjene. Kao primjer moglo bi se navesti premještanje radnog mjesta pila na novu lokaciju i oslobađanje prostora za formiranje prostora novog radnog mjesta lakirnice.

1. Korak

Razgovor sa zaposlenicima poduzeća i obilazak pogona, radi daljnjih uputa vezanih uz razmještaj i prostorne mogućnosti smještaja skladišta. Prikazan je tlocrt verzije 1 skladišta i dobivene su detaljne upute gdje se što može staviti i koja su konstrukcijska i organizacijska ograničenja.

2. Korak

Napravljene su izmjene na tlocrtu i dobiven je novi raspored skladišta, skladišne lokacije 1, 6 i 7 premještene su iza prostora montaže u neiskorišten prostor popunjen dijelovima i materijalom koji nije nužan tamo biti. Time su dobivene najveće promjene u odnosu na trenutni raspored (postojeći u objektu). Nažalost prostor koji se nalazi preko puta odjela za montažu ne može biti iskorišten jer se tamo nalaze pozicije koje čekaju sklapanje i ponekad su potrebne za montažu. Iz tog razloga skladišna lokacija 4 ostaje na istom mjestu. Također skladište 2 smješta se u sjevero-zapadni ugao hale za montažu gdje je trenutno slobodan prostor, a transportni intenzitet između skladišta 2 i hale za montažu je najveći. Izvršene promjene i dobiveno rješenje prikazani su na tlocrtu na slici 37 i u prilogu.



Slika 37. Tlocrt proizvodnog pogona – druga varijanta poboljšanja

3. Korak

Nakon izvršenih promjena bilo je potrebno ponovno izračunati transportni intenzitet, što je konkretno učinjeno crtanjem puta od mjesta skladištenja do mjesta montaže (polyline funkcija u Autocad-u) te njezinim mjerenjem (lengthen funkcija). U slučaju skladišnih regala, nema dodijeljene lokacije skladištenja ni skladištenja prema protoku u zonama. Pretpostavka je da se svaki dio nalazi na sredini regala koji se nalazi u sredini sustava regala i tako predstavlja aritmetičku sredinu skladišnih lokacija. Tablica transportnog intenziteta je prikazana u nastavku i sadrži vrijednosti početnog intenziteta i intenziteta verzije 2.

Tablica 8. Transportni intenzitet trenutne i verzije poboljšanja 2

SKLADIŠTE	UDALIENOST (m)	BROJ DIJELOVA	BROJ TRANSPORTA	TRANSPORTNI INTENZITET (m)	NOVA UDALIENOST 2 (m)	NOVI TRANSP. INTENZITET 2 (m)
SKL 1	135	26	11	1485	25	275
SKL 2	415	70	12	4980	30	360
SKL 3	120	46	1	118	90	90
SKL 4	40	313	20	800	40	800
SKL 5	65	86	15	945	65	975
SKL 6	135	178	15	2010	35	525
SKL 7	135	21	8	1064	40	320
SKL 8						
SKL 9	55	11	5	275	55	275
SKL 10	50	17	6	300	50	300
SKL 11	35	10	5	175	35	175
SKL 12	65	19	8	520	65	520
			UKUPNO (m) :	12672		4615
			VRIJEME (min) :	211 (v=1 m/s)		77 (v=1 m/s)

4. Korak

Analizom iz tablice 8 vidljivo je da se promjenama u verziji poboljšanja 2 smanjio transportni intenzitet na gotovo samo trećinu početne udaljenosti, a toliko se i smanjilo vrijeme transporta, tj. rezultat je smanjenje vremena za od više od dva sata po proizvodu. Također moguće je utvrditi da je promjenama u verziji poboljšanja 2, transportni intenzitet porastao 40 % u odnosu na verziju poboljšanja 1. Razlika u vremenu transporta je 23 minute (54 u verziji 1 naprema 77 u verziji 2). Moguća su još neka poboljšanja u prostornom rasporedu skladišta na što se treba usredotočiti u nastavku rada. Osim prostornog rasporeda bitno je razmotriti potrebne kapacitete i mogućnost smanjenja skladišnog prostora što između ostalog može doprinijeti smanjenju transportnog intenziteta i vremena transporta.

6.1. Poboljšanja skladišnog prostora verzije poboljšanja 2 koja ne utječu izravno na transportni intenzitet prostora montaže

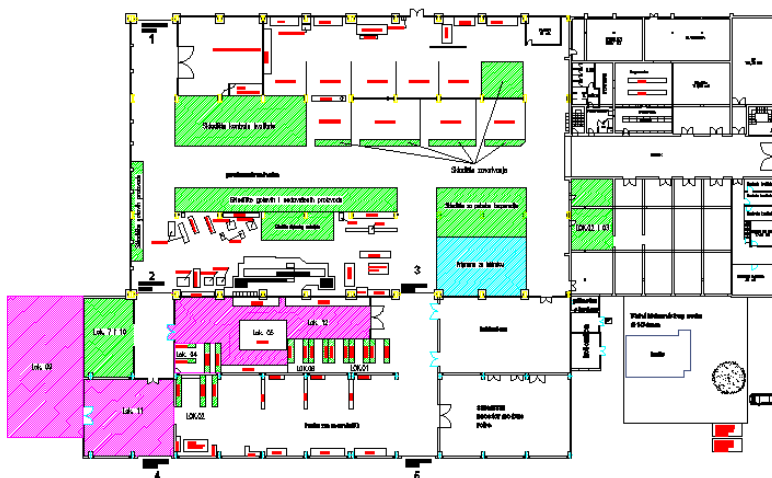
- a) Formirano je skladište kontrole kvalitete u prostoru ispod kontrole kvalitete, površine 195 m². Ideja je da se skladište sastoji od ulaznog i izlaznog skladišta, tj. da se na jednu stranu odlažu pozicije koje dolaze u kontrolu kvalitete, a na drugu pozicije kod kojih je kontrola obavila svoj posao i idu dalje u proces proizvodnje ili u skladište.
- b) Formirane su skladišne lokacije radnih mjesta zavarivanje, koje već sada postoje, s tom razlikom da se zaštitni panel (ograda) seli ispred njih iz čisto estetskih razloga. Formiran je i prostor iza radnog mjesta zavarivača 4, površine 45 m², s namjerom da tamo budu skladišteni manji predmeti potrebni radnim mjestima zavarivanja i manji predmeti koji čekaju otpremu.
- c) Formirano je skladište za potrebe kooperacije, površine 60 m², zamišljeno kao lokacija na koju dolaze i s koje odlaze pozicije koje se proizvode u suradnji s kooperantom. To je skladište smješteno najbliže ulazu kako bi se spriječila vožnja kroz pogon i na taj način onemogućilo ometanje proizvodnje. Daljnja je ideja podijeliti ga na dva dijela, jedan kao ulazni i jedan kao izlazni dio prema kooperantu.
- d) Radno mjesto pile je pomaknuto na slobodnu poziciju u nastavku strojne obrade kako bi proizvodnja bila kompaktnija i kako bi se oslobodilo mjesto na kojemu su se pile nalazile.

- e) Između prostora radnog mjesta pila i radnog mjesta strojne obrade formirano je skladište šipkastog materijala površine 20 m^2 , dimenzija 7×3 metara, pozicionirano kako bi bilo u blizini radnog mjesta pila, ali i činilo tok materijala bržim.
- f) Formirano je skladište gotovih proizvoda koje se nalazi preko puta strojne obrade duž hale, površine 150 m^2 , dimenzija $38,2 \times 4$ metara. Skladište je predviđeno za odlaganje gotovih dijelova i strojeva s dijelom na koji će biti postavljen skladišni regal.
- g) Na prostoru gdje su se prethodno nalazile pile i šipkasti materijal, predviđeno je mjesto koje bi služilo kao priprema za lakirnicu. Zbog formiranja lakirnice, potrebno je mjesto za pripremu koje je površine 223 m^2 .

6.2. Izmjene modela poboljšanja 2 (model 2 a)

Daljnjim sastancima i razgovorima sa zaposlenicima proizvodnog poduzeća došlo je do nekih promjena i poboljšanja u odnosu na drugu varijantu poboljšanja. Iako važno je naglasiti da neće sve promijene rezultirati smanjenjem transportnog intenziteta, iako je to inicijalna ideja, bitno je da se zadovolje i neka druga ograničenja. Na primjer potrebno je da elektronski dijelovi i sklopovi budu u zatvorenom prostoru i na suhom. Na slici 38 moguće je vidjeti tlocrt pogona s naznačenim postojećim skladištima i novo formiranim skladištima, kao i nekim drugim poboljšanjima, a tlocrt se nalazi i u prilogu.

TLOCRT PRIZEMLJA - PROIZVODNJA



Slika 38. Tlocrt proizvodnog pogona – izmijenjena druga varijanta poboljšanja

1. Korak

Razgovor sa zaposlenicima poduzeća i obilazak pogona, radi daljnjih uputa vezanih uz razmještaj i prostorne mogućnosti smještaja skladišta. Prikazan je tlocrt verzije 2 skladišta i dobivene su detaljne upute gdje se što može staviti i koja konstrukcijska i organizacijska ograničenja treba primijeniti, te upute što bi olakšalo proces skladištenja, komisioniranja i cjelokupne proizvodnje.

2. Korak

Napravljene su izmjene na tlocrtu poboljšanja 2. Konkretno skladišna lokacija 7 pomaknuta je skupa s lokacijom 10 budući da sadrže slične dijelove samo različitih dimenzija. Skladišna lokacija 4 je zbijena zajedno, tj. pomaknute su police ispred prostora skladišne lokacije 11. Također dio lokacije 2 nalazi se u nastavku hale za montažu, a dio sa skladišnom lokacijom 3 na ulazu u proizvodni pogon. Iza prostora montaže smještene su lokacija 1 i 6.

3. Korak

Nakon izvršenih promjena potrebno je još jednom izračunati transportni intenzitet, to je učinjeno na isti način kao i u prethodne dvije verzije. U slučaju skladišnih regala, nema dodijeljene lokacije skladištenja ni skladištenja prema protoku u zonama. Pretpostavka je da se svaki dio nalazi na sredini regala koji se nalazi u sredini sustava regala i tako predstavlja aritmetičku sredinu skladišnih lokacija. Tablica transportnog intenziteta je prikazana u nastavku i sadrži vrijednosti početnog intenziteta i intenziteta verzije 2 a.

Tablica 9. Transportni intenzitet trenutne i verzije poboljšanja 2 a

SKLADIŠTE	BROJ TRANSPORTA	NOVA UDALJENOST 2 (m)	NOVI TRANSP. INTENZITET 2 (m)	NOVA UDALJENOST 2 a (m)	NOVI TRANSP. INTENZITET 2 a (m)
SKL 1	11	25	275	30	330
SKL 2	12	30	360	65	780
SKL 3	1	90	90	90	90
SKL 4	20	40	800	40	800
SKL 5	15	65	975	65	975
SKL 6	15	35	525	40	600
SKL 7	8	40	320	50	400
SKL 8					
SKL 9	5	55	275	55	275
SKL 10	6	50	300	50	300
SKL 11	5	35	175	35	175
SKL 12	8	65	520	65	520
	UKUPNO (m) :		4615		5245
	VRIJEME (min) :		77 (v=1 m/s)		88 (v=1 m/s)

Iz tablice je vidljivo da se ukupni transportni intenzitet povećao za malo manje od 15 %, tj. vrijeme prijevoza povećalo se za nešto malo više od 10 minuta, ali ako pogledamo tablicu 6 sadašnjeg stanja, možemo vidjeti da je to i dalje smanjenje od gotovo 60 %. Jasno je da verzija 2 a nije idealna verzija, ali je ona najbolja moguća verzija s obzirom na postojeća ograničenja.

6.3. Poboljšanja skladišnog prostora verzije poboljšanja 2 a koja ne utječu izravno na transportni intenzitet prostora montaže

Osim poboljšanja koja ne utječu na prostor montaže iz prošlog poglavlja (verzija poboljšanja 2) učinjena su još neka poboljšanja koja će biti razrađena u nastavku.

- a) Skladištu za potrebe kooperacije povećana je inicijalno zamišljena površina zato što površina radnog mjesta pripreme za lakirnicu ne mora biti onih dimenzija koje su početno zamišljene. Površina prostora za kooperaciju sada iznosi 130 m² i dimenzija je 15,4 x 8,5 metara. Površina pripreme za lakirnicu smanjena je na 155 m² i dimenzija je 15,4 x 10,1 metara, a i sami zaposlenici su potvrdili da je ta površina dovoljna za buduće radno mjesto.
- b) Radno mjesto pila malo je pomaknuto jer je trebalo napraviti više mjesta za skladište šipkastog materijala; pile se ne nalaze više jedna iznad druge, već jedna pored druge kako bi se bolje iskoristio prostor. Skladište šipkastog materijala je na taj način dobilo veću površinu od 62 m² i dimenzija je 12,5 x 5 metara. Važno je da skladište bude široko jer će se na njega smjestiti stalci za cijevi koje su dugačke do 6 metara i poželjno je da se mogu smjestiti dva stalka jedan do drugoga.
- c) Osim prethodno formiranog skladišta gotovih proizvoda formirano je i novo skladište, koje se nalazi uz zapadni zid proizvodnog pogona i površine je oko 35 m², dimenzija 17,1 x 2 metra.

6.4. Uštede dosadašnjih modela poboljšanja

U tablici 10 u nastavku prikazan je transportni intenzitet i vrijeme transporta za svaku pojedinu verziju i postotak uštede s obzirom na početnu (trenutnu) situaciju.

Tablica 10. Transportni intenzitet i uštede svih verzija poboljšanja u odnosu na trenutno stanje

Verzija	Transportni intenzitet (m)	Vrijeme transporta (min)	Ušteda
Trenutna	12672 m	212 min	-
Verzija 1	3230 m	54 min	74 %
Verzija 2	4615 m	77 min	64 %
Verzija 2 a	5245 m	88 min	58 %

Na prvu se to smanjenje od dva sata u posljednjoj verziji poboljšanja ne mora činiti kao veliko smanjenje, ali ako uzmemo u obzir da je to ušteda po jednom proizvodu postaje jasno da je to respektabilan rezultat, pogotovo ako računamo da su investicijski troškovi za ovakvo rješenje minimalni, tj. potrebno bi bilo samo pomaknuti police s jednog mjesta na drugo, čak ne bi bilo ni ulaganja u nove police i regale. Naravno osim u transportnom intenzitetu uštede je moguće ostvariti u režijskim troškovima grijanja skladišta, satima rada radnika u skladištu i montaži, ali i energentima potrebnima za pokretanje viličara. Također postoje velike uštede u prostoru koje govore same za sebe, ali o tome će biti govora u nekom od idućih poglavlja rada. U tablici 10 moguće je vidjeti uštede u vremenu i transportnom intenzitetu za serije različitih veličina kod primijenjene verzije poboljšanja 2a kako bi se dočarale stvarne uštede na serijama realnih veličina.

Tablica 11. Transportni intenzitet, potrebno vrijeme transporta i uštede u vremenu i transportnom intenzitetu za različite veličine serija

Veličina serije (kom)	Transportni intenzitet (m)	Vrijeme transporta (min)	Smanjenje transportnog intenziteta u odnosu na postojeće stanje (m)	Smanjenje vremena transporta u odnosu na postojeće stanje (min)
1 kom	5 245 m	88 min	7 427 m	124 min
10 kom	5 2450 m	880 min	74 270 m	1 240 min
20 kom	104 900 m	1 760 min	148 540 m	2 480 min
50 kom	262 250 m	4 400 min	371 350 m	6 200 min
100 kom	524 500 m	8 800 min	742 700 m	12 400 min
500 kom	2 622 500 m	44 000 min	3 713 500 m	62 000 min

Iz tablice 11 vidljivo je da već za serije od 10 i 20 komada, koje možemo smatrati realnima, uštede u transportnom intenzitetu iznose gotovo 75 km za seriju od 10 proizvoda, odnosno gotovo 150 km za seriju od 20 proizvoda. Još bolji pokazatelj uštede su vremenske uštede: više od 20 sati za seriju od 10 komada, tj. više od 40 sati za seriju od 20 komada. Teško je očekivati serije veće od 20 komada jer se radi o proizvodu velikih dimenzija i specifične namjene, ali nikada ne treba isključiti pojavu većih serija i nada je autora pojava više većih serija u narednom razdoblju. U slučaju veće proizvodnje usko grlo vjerojatno ne bi bio prostor montaže, a veće serije su prikazane samo kako bi se dočarale moguće uštede navedenih promjena. Tako uštede u transportnom intenzitetu za veće serije mogu iznositi od 370 km pa sve do 3700 km za seriju od 500 komada, dok vremenski gledano mogu iznositi od više od 100 sati do čak 1000 sati za seriju od 500 istovjetnih proizvoda. Takve serije neće se pojaviti u mjesec ili godinu dana, ali moguće je da će za nekoliko godina broj jedinica doseći tu brojku. Računamo li vrijeme amortizacije opreme i prostora od 10 do 20 godina, takva nam brojka, odnosno informacija predstavlja značenje.

7. POSEBNI ZAHTJEVI ZA SKLADIŠNIM RIJEŠENJIMA

Razgovorom sa zaposlenicima i menadžmentom proizvodnog poduzeća iskristalizirali su se neki posebni zahtjevi vezani uz skladištenje i skladišni prostor. U ovom poglavlju će biti govora o konkretnim problemima i bit će izneseni prijedlozi za rješavanje problema.

7.1. Problem vijčanog materijala skladišta 4

Naime je problem sitnog vijčanog materijala koji se nalazi u skladištu 4 i vrlo je važan za odjel montaže. Radi se, naime, o materijalu malih dimenzija i velike količine koji je ključan za radno mjesto montaže. Problem se nalazi u činjenici da je navedeni materijal potrebno konstantno dopunjavati odnosno donositi do radnog mjesta. Kao najbolji način rješavanja problema konstantnog nedostatka sitnog vijčanog materijala određen je zahvat probijanja zida između prostora montaže i prostora skladišta 4, gdje se nalazi potrebna roba. Nakon što bi se probio zid, bilo bi potrebno postaviti dvostrani polični regal, tj. regal koji bi skladištari punili sa strane skladišta kad vide da na strani skladišta montaže nestane materijala ili kada bi im to javili radnici montaže. Taj bi se problem mogao riješiti običnim poličnim regalom koji bi imao pristup s obje strane; tada bi strana skladišta služila za punjenje zaliha, a strana montaže služila za komisioniranje. Na taj bi se način radnicima u montaži olakšao pristup potrebnom sitnom materijalu i ne bi zaustavljali proces montaže zbog jednog „šerafa“, a i skladištarima bi se olakšao posao jer bi na vrijeme popunili zalihe i s obzirom na potrošnju, do koje nije teško doći, znali kada ponovno trebaju popuniti zalihi. To bi bilo jeftinije, jednostavnije i brže rješenje, ali problem bi mogao predstavljati organizacijski i vizualni aspekt. Moguće je sa stražnje strane (strane skladišta) postaviti velika vrata koja bi se otvarala kod punjenja zaliha, ali postavlja se pitanje kako riješiti stranu montaže, tj. problem snalaženja radnika između velikog broja različitih dijelova. Problem strane montaže mogao bi se riješiti postavljanjem sustava automatiziranog skladištenja pod nazivom optočni (okretni) regal ili karusel, kako se nekada naziva. U pitanju bi konkretno bio horizontalni karusel, prikazan na slici 39.



Slika 39. Horizontalni automatizirani karusel regal

Optočni regali sastavljeni su od polica, odnosno odjeljaka za skladištenje koji se kružno kreću, a kretanje može biti u vodoravnoj i vertikalnoj ravnini. Prema vrsti optoka postoje vertikalni i horizontalni regali, a što se primjene tiče, ona je poglavito za skladištenje materijala manjih dimenzija i masa. Gustoća skladištenja je velika jer nije potreban prolaz među regalima i većom dužinom se znatno povećava. Velika prednost je i zatvorena konstrukcija koja jamči sigurnosti materijala i zaštićenost od vanjskih uvjeta.

Upravo je to glavna prednost koja ovaj regal čini idealnim za navedeno skladište i primjenu; regal je potpuno automatiziran te je moguće vrlo jednostavno doći do količine materijala koja se nalazi u njemu (potrebno je definirati količinu pri umetanju i vađenju). Još zanimljivija primjena krije se u mogućnosti zaključavanja regala na način da svaki zaposlenik ima šifru kada želi izuzeti materijal. Na taj se način, postojanjem elektronskog ispisa svih procesa komisioniranja, vodi briga i o sigurnosti. Sustav može biti raznih oblika i dimenzija, ovisno o potrebama, a jedan manji takav sustav prikazan je i na slici 40.



Slika 40. Skladište sastavljeno od horizontalnih optočnih regala

Prednosti ovakvog sustava skladištenja se ranije navedene i velike su, jedini nedostatak je visoka cijena ovakvog automatiziranog regala koja proizlazi iz njegove kompleksnije strukture. Činjenica je da ne bi trebalo odustati od ovakvog skladištenja materijala samo zbog visoke cijene, nego bi se trebale sagledati njegove dugoročne prednosti.

7.2. Problem skladišta šipkastog materijala

Još jedan problem, odnosno pitanje, predstavlja skladište šipkastog materijala. Skladišna lokacija koja se nalazi uz radno mjesto pile mora se, kako je ranije rečeno, maknuti jer je potreban prostor pripreme za lakirnicu. Predviđeno je novo mjesto, kako za pile, tako i za skladište šipkastog materijala, ali problem je u konzolnim regalima na kojima se trenutno skladišti šipkasti materijal: regali su niski i zauzimaju veliku površinu poda. Konzolne regale i skladišnu površinu šipkastog materijala moguće je vidjeti na slikama 41 i 42.



Slika 41. i Slika 42. Skladište šipkastog materijala

Na slikama je vidljivo da su regali niski, poluprazni i da se cijevi skladište po podu oko regala. Budući da se uglavnom radi o cijevima velike mase i da se one s regala na pile pomiču kranom, nije neophodno da su regali niski i u svakom bi slučaju trebalo urediti skladište šipkastog materijala. Problem bi se mogao riješiti postavljanjem manjeg broja konzolnih regala za šipkasti materijal koji bi bili veće visine zbog toga što je jedino ograničenje visina kрана i ona bi mogla izositi 5 - 6 metara. Sljedeći zanimljiv i kvalitetan način rješenja problema mogli bi biti prijevozni konzolni regali, prikazani na slikama 43 i 44 u nastavku.



Slika 43. i Slika 44. Prijevozni konzolni regali

Prijevozni regali koriste se za skladištenje komadnog materijala, pogotovo ako je manja učestalost uskladištenja i izskladištenja materijala budući da je potrebno više vremena za pristup materijalu koji se nalazi u zadnjim redovima. Izvedba prijevoznih regala istovjetna je paletnim, poličnim ili konzolnim regalima, razlika je u smještaju prijevoznih regala na pokretnim postoljima koja omogućavaju pravocrtno kretanje. Prema načinu pomicanja razlikuju se razmični i izvlačni. Kod razmičnih jedinice regala pomične su u smjeru paralelno s glavnim putom, a kod izvlačnih regali se pomiču poprečno na glavni prolaz. Bitno je znati da je iskoristivost skladišne površine oko 85 %, pri čemu je moguća iskoristivost skladišnih lokacija i do 100 %.

Ovakav sustav konzolnih regala bio bi gotovo idealan budući da nije potrebno često izuzimanje, pogotovo cijevi većih dimenzija (promjera) i da se izuzimanje vrši kranom, mogla bi se postići velika iskoristivost skladišnog prostora bilo za visoke regale (5-6 metara), bilo za niže kakvi su bili do sada (visine do 2 metra). Pritom bi troškovi postave ovakvih regala bili nešto viši i bili bi potrebni zahvati poput izrade temelja, ali estetski izgled skladišta (bez cijevi po podu oko regala) i njegova funkcija bili bi mnogo bolji. Treba samo razmotriti najveći potrebni skladišni prostor i na temelju toga odlučiti trebaju li statični regali i koje visine ili se odlučiti na prijevozne regale zbog sigurnosti od moguće buduće potrebe za većom količinom skladištenja šipkastog materijala.

8. POTREBNE IZMJENE I GRAĐEVINSKI ZAHVATI PRI FORMIRANJU NOVIH SKLADIŠNIH POVRŠINA

Vrlo je zanimljiva činjenica da za postignuće svih dosad navedenih promjena ne bi bilo potrebno mnogo građevinskih zahvata i ulaganja općenito, fokus je bio na boljoj iskoristivosti skladišnih prostora i površine općenito. Zanimljiva je i činjenica da za navedene promjene ne bi trebalo uložiti mnogo vremena i praktički nema vremena uhodavanja budući da sva skladišta ostaju gotovo identična, jedino se mijenja njihov pojavni oblik. U nastavku će biti opisane sve promjene, potrebna ulaganja i vrijeme primjene. Prvo će biti obrađena skladišta koja nisu u direktnoj vezi s radnim mjestom montaže.

8.1. Promjene neovisne o radnom mjestu montaže

1. **Premještanje pila** može izgledati kao veći zahvat, ali budući da one nisu temeljene ni posebno pričvršćene, njihovo pomicanje je vrlo jednostavno i mogu se premjestiti samim kranom koji se koristi kod postavljanja materijala na njih. Premještanje bi bilo moguće obaviti u jednom danu uz gotovo minimalne troškove.
2. **Formiranje skladišta za potrebe kooperacije i radno mjesto pripreme za lakirnicu** također ne zahtijevaju neke veće zahvate, već samo označavanje i odjeljivanje, jedinu prepreku predstavlja ograda sadašnjeg radnog mjesta pile koju bi se moglo pomaknuti ili čak ostaviti ukoliko ne smeta. Troškovi su također minimalni (malo boje da se označe i odijele površine), a sve bi moglo biti napravljeno isti dan kada i premještanje radnog mjesta pila.
3. **Skladišta radnih mjesta zavarivanja** nisu novoformirana i jedina promjena koja se događa je pomicanje paravana ispred skladišne površine zbog estetskih i sigurnosnih razloga.
4. **Skladište kontrole kvalitete** na neki način već postoji, ali tamo nisu nužno predmeti vezani uz radno mjesto kontrole kvalitete. Zahvati nisu veliki: trebalo bi označiti površinu skladišta i ukloniti predmete kojima tamo nije mjesto. Na slikama 45. i 46. vidljivo je da u prostoru tog skladišta ima svega, a nije nužno da neki predmeti budu tamo. Za čišćenje, označavanje i organiziranje skladišta potrebno bi bilo pola radog dana i minimalna ulaganja.



Slika 45. i Slika 46. Trenutna situacija na lokaciji budućeg skladišta kontrole kvalitete

- 5. Formiranje skladišta gotovih i nedovršenih proizvoda,** koje je razdijeljeno na dvije lokacije u hali, moglo bi predstavljati veći zahvat ukoliko bi se odlučilo za varijantu odlaganja na polične regale, odnosno manji, ukoliko bi je podna površina dovoljna za odlaganje svih potrebnih dijelova. Kod odabira podnog odlaganja potrebno bi bilo očistiti prostor i označiti ga te ograditi ukoliko je potrebno. Predviđeno vrijeme trajanja je 2 dana, a trenutni izgled prostora može se vidjeti na slikama 47 i 48.



Slika 47. i Slika 48. Trenutna situacija na lokaciji budućeg skladišta gotovih i nedovršenih dijelova

Ukoliko zbog nedostatka mjesta ili bolje organizacije i estetike odluka padne na polične regale, (trebalo bi uložiti u njih i postaviti ih) ulaganje bi bilo veće i sama kvaliteta

Skladištenja, te estetika znatno bi se povećale. U tom slučaju trebalo bi formirati regal kojem bi prva etaža bila približno 3 metra odmaknuta od poda kako bi se na prizemlju mogli skladištiti predmeti i gotovi proizvodi većih dimenzija i mase, a iznad (do visine od kojih 6 do 7 metara) formirala bi se polična regalna mjesta kakva već postoje u poduzeću: duple police s nosivošću 2000 kg, visine 1,3 metra te širine oko 2 metra. Na taj bi se način dobio pod za odlaganje većih predmeta i otprilike 150 skladišnih lokacija na regalu. U slučaju postavljanja regala predviđeno je potrebno vrijeme od 10 do 14 dana.

6. **Formiranje skladišta šipkastog materijala na novom mjestu** može predstavljati manji zahvat u slučaju seljenja postojećih konzolnih nosača, ali ukoliko se formira novi sustav nosača to može značiti nešto veće ulaganje i duži vremenski rok. Kada bi se samo preselili nosači to bi bio posao od otprilike 3 radna dana s minimalnim ulaganjima, dok u slučaju formiranja novih to bi moglo potrajati do mjesec dana.

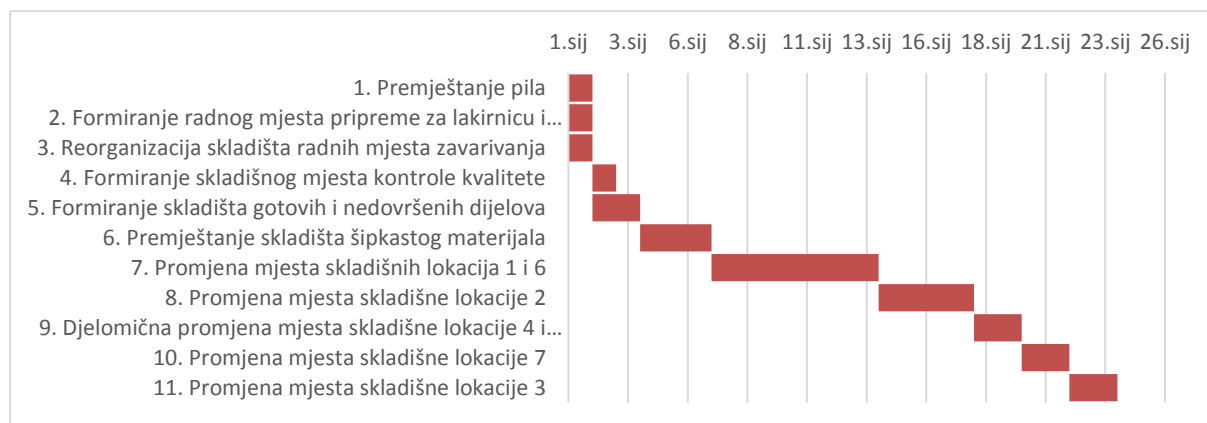
8.2. Promjene skladišnih lokacija izravno vezanih uz proces montaže

1. **Promjena mjesta skladišne lokacije 1 i 6** je prva promjena koja je učinjena, a sve je zamišljeno kao pomicanje postojećih polica iz prostora sadašnjeg skladišta 6 i 7 na očišćeni prostor koji se naslanja na prostor montaže. Potrebno bi bilo premjestiti 40 metara (4 dvostrana i 2 jednostrana reda duljine 4 metra) na novu lokaciju, police su nosivosti 200 i 300 kg/m i potpuno su modularne, tj. može se mijenjati razmak među policama. Predviđeno vrijeme za seljenje polica i sveg materijala je 5 radnih dana, te još 2 dana za organiziranje, označavanje i popisivanje materijala, uz minimalne troškove.
2. **Promjena mjesta skladišne lokacije 2** idući je u nizu zahvata, a budući da se inventar skladišta nalazi zapakiran na privremenoj lokaciji u ulaznom hodniku, potrebno je dio rasporediti u skladišni prostor uz ulaz u halu, a dio na novo skladišno mjesto koje se nalazi pored prostora za montažu. Također potrebno je premjestiti 15 metara polica iz

trenutnog skladišta 6 i 7. Troškovi su minimalni, a potrebno vrijeme je 3-4 radna dana za slaganje, popisivanje i premještanje polica.

3. **Djelomična promjena mjesta skladišne lokacije 4 i reorganiziranje lokacije 5** manji je i jednostavniji zahvat zbog toga što bi se preselio svega dio lokacije 4, i to samo nekoliko metara (radi se o dijelovima manje mase i dimenzija), a dio polica lokacije 5 djelomično bi se presložio gotovo na istom mjestu. Troškova nema, a potrebno vrijeme su 2 radna dana.
4. **Promjena mjesta skladišne lokacije 7** isključivo se temelji na premještanju na novu već postojeću skladišnu lokaciju 10, zahvat je jednostavan i sastoji se samo od fizičkog seljenja dijelova i moguće jedne do dvije police. Troškova nema, a vrijeme potrebno za izvedbu je 2 radna dana.
5. **Promjena mjesta skladišne lokacije 3** sastojala bi se od prikupljanja svih dijelova koji se trebaju nalaziti na lokaciji 3 i njihovog slaganja na novo mjesto. Dijelovi su, prema saznanjima, trenutno razasuti i treba ih organizirati i posložiti; troškova nema, a predviđeno vrijeme potrebno za organizaciju seljenje i slaganje je otprilike 2 radna dana.

Sve planirane promjene i terminski plan izvođenja moguće je vidjeti u gantogramu prikazanom u nastavku. Iz gantograma je vidljivo da je sve promjene moguće napraviti u roku od otprilike mjesec dana (ukoliko se ne formiraju novi sustavi regala).



Slika 49. Gantogram izvođenja poboljšanja

9. REZULTATI I POBOLJŠANJA

Uštede, rezultati, prednosti i poboljšanja ranije se nabrojili, ali nije na odmet objediniti ih na jednom mjestu te tako naglasiti opravdanost predloženih izmjena. Teško je odrediti važnost pojedine promjene i poboljšanja i to ulazi u područje višekriterijalnog odlučivanja. Budući da je rad bio usmjeren prema smanjivanju transportnog intenziteta, a ubrzo se iskristaliziralo i smanjenje ukupne skladišne površine, moglo bi se reći da su to dvije najznačajnije promjene. One će, kao i sve druge, biti navedene u nastavku.

Kako je prvotno zamišljeno: smanjen je transportni intenzitet s 12 672 m na 5245 m, a uštede se još jednom mogu vidjeti u tablici 12.

Tablica 12. Transportni intenzitet, potrebno vrijeme transporta i uštede u vremenu i transportnom intenzitetu krajnje verzije u odnosu na trenutnu

Verzija	Transportni intenzitet (m)	Vrijeme transporta (min)	Ušteda
Trenutna	12672 m	212 min	-
Verzija 2 a	5245 m	88 min	58 %

- a) Također smanjena je površina trenutnih skladišta i važno je naglasiti da sva skladišta zadovoljavaju potrebni skladišni kapacitet te da im ni na koji način nije smanjena funkcionalnost. Sve površine su prikazane u tablici 13 u nastavku. Iz tablice je vidljivo da je ukupna površina postojećih skladišta smanjena sa 1975 m² na 1253 m² što nije zanemarivo, pogotovo ako se uzme u obzir isti skladišni kapacitet. Smanjenje iznosi 722 m², tj. gotovo 37 %. Smanjena je površina svih skladišta osim skladišta 9 koje je vanjsko skladište i skladišta 11 koje je već sada dobro organizirano i velikog kapaciteta s obzirom na površinu.

Tablica 13. Nove površine postojećih skladišta i ušteda u površini

Skladišna lokacija	Dimenzije	Površina
Skladišna lokacija 1	8,8 x 5,8 metara	51 m ²
Skladišna lokacija 2	5,5 x 7,2 + (12,1 x 7,1) /2 metara	83 m ²
Skladišna lokacija 3	(12,1 x 7,1) /2 metara	83 m ²
Skladišna lokacija 4	7,8 x 5,1 metara	40 m ²
Skladišna lokacija 5	8,1 x 5,2 metara	42 m ²
Skladišna lokacija 6	8,8 x 5,8 metara	51 m ²
Skladišna lokacija 7	(13,7 x 8,5) /2 metara	58 m ²
Skladišna lokacija 9	24,1 x 12,9 metara	310 m ²
Skladišna lokacija 10	(13,7 x 8,5) /2 metara	58 m ²
Skladišna lokacija 11	15,4 x 13,3 metara	205 m ²
Skladišna lokacija 12	7,8 x 7,8 + 11,5 x 13,2 – 42 + 7,1 x 14,3 metara	272 m ²
UKUPNO:		1253 m ²

- b) Osim izmjene u površinama trenutnih skladišta, formirana su neka nova skladišta. Važno je naglasiti da je sva novo formirana skladišta nalaze u postojećoj hali proizvodnog poduzeća i da su dobivena organizacijom i reorganizacijom već dostupnog prostora. Popis izmijenjenih skladišnih površina i novoformiranih skladišnih površina vidljiv je u tablici 14 u nastavku.

Tablica 14. Površine novoformiranih skladišta

Skladišna lokacija	Dimenzije	Površina
Skladište šipkastog materijala	12,5 x 5 metara	62 m ²
Skladište gotovih i nedovršenih proizvoda	38,2 x 4 metara + 17,1 x 2	187 m ²
Skladište za potreba kooperacije	15,4 x 8,5 metara	130 m ²
Skladište kontrole kvalitete	22,5 x 8,6 metara	193 m ²
Skladište radnog mjesta zavarivanje	7,1 x 6,2 metara	44 m ²
UKUPNO:		616 m ²

Rezultat je više nego obećavajući i iznosi 616 m² površine novoformiranih skladišnih lokacija koje su bile dosad malo ili nimalo iskorištene i to je vrlo pozitivna i korisna promjena.

- c) Izmješteno je i reorganizirano radno mjesto pila.
- d) Formiran je prostor pripreme za radno mjesto lakirnice površine 155 m² i dimenzija 15,4 x 10,1 m na prostoru trenutnog radnog mjesta pila.
- e) Predložena su rješenja u vidu horizontalnog karusela i pomičnog skladišta šipkastog materijala kao i regala za novoformirano skladište gotovih i nedovršeni proizvoda.

10. ZAKLJUČAK

U trenutcima kada gospodarska i poslovna konkurentnost predstavlja problem ili, bolje rečeno, izazov, trebalo bi se više pažnje i vremena pridavati poboljšanjima, i to krenuvši od malih prema većima. Velik dio uspješnosti i konkurentnosti poduzeća ovisi o dobroj logistici, kako unutarnjoj, tako i vanjskoj, i upravo zbog toga logistiku i logističke aktivnosti ne bi trebalo smetnuti s liste prioriteta za poboljšanje. Katkada je vrlo važan pogled vanjske osobe koja nije naučena raditi u trenutnoj organizaciji i ima širi pogled na cjelokupni proces jer tada suradnja nepristranog promatrača i osoba koje su direktno uključene u proizvodni proces može rezultirati velikim pomacima unaprijed. Glavni zadatak bio je, kako je prvotno zamišljeno, smanjenje transportnog intenziteta prostora montaže, ali tijekom rada na vidjelo su izašle i druge mogućnosti poboljšanja skladišnog prostora, koje ne utječu nužno na prostor montaže. Činjenica je da je u današnje vrijeme svaka ušteda bitna i može donijeti prevagu naspram konkurencije, ali i jamčiti kvalitetniji i jeftiniji proizvod. Kada proučavamo logističke aktivnosti proizvodnog poduzeća, brigu treba voditi o vremenu, energentima, radnoj snazi, transportnim udaljenostima i sredstvima te o mnogočemu drugome. Sagledavanjem nekoliko inačica poboljšanja i traženjem prave i trenutno izvedive inačice transportni je intenzitet značajno smanjen. Predložen je i novi stupanj organizacije skladišta koji donosi funkcionalnu i estetsku prednost u odnosu na trenutnu organizaciju. Smanjene su površine nekih skladišta, što krajnje rezultira smanjenjem ukupne skladišne površine, tj. mogućim uštedama u režijskim troškovima. Organizacijom i funkcionalnim slaganjem skladišta dobivena je bolja protočnost materijala kao i lakše rukovanje njime, što drugim riječima znači smanjen obujam posla za skladišne radnike i radnike općenito. Vidljivo je da se malim promjenama i minimalnim ulaganjima mogu ostvariti velike uštede. Treba nastojati da se daljnjim djelovanjem i pomnim planiranjem ostvare buduće uštede i dodatno olakša posao zaposlenicima, što može rezultirati bržom proizvodnjom, manjim troškovima, manjim opterećenjem zaposlenika, ali i boljom organizacijom te kvalitetnijim proizvodom. Želja autora je da se barem dio promjena i poboljšanja provede te ovaj rad tako učini smislenim, korisnim i relevantnim.

LITERATURA

- [1] Begedin T., Jakovljević M., Mudrinić I., Pašalić I.: Prostorni raspored proizvodnog pogona DOK-ING d.o.o., Tehnološki projekt, Fakultet strojarstva i brodogradnje Zagreb, 2016.
- [2] http://www.dok-ing.hr/company/about_us
- [3] <https://www.google.hr/maps/place/Kanalski+put+1,+10000,+Zagreb/@45.7916751,16.0415688,279m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x47667890e74f4ef5:0x7bbc9a82b2b1b56f!8m2!3d45.7917969!4d16.0427068>
- [4] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Logistika>
- [5] <https://cscmp.org/iMIS0/CSCMP/>
- [6] Đukić G.: "Podloge za nastavu", kolegij Tehnička logistika, FSB, Zagreb, 2013
- [7] Oluić, Čedomir: Skladištenje u industriji, Fakultet strojarstva i brodogradnje /udžbenik Sveučilišta u Zagrebu/, 1997.
- [8] http://www.dok-ing.hr/products/demining/mv_10
- [9] Stephens M.P., Meyers F. E.: Manufacturing Facilities Design and Material Handling, Purdue Univ. Press, 2013
- [10] Vranješ B., Jerbić B., Kunica Z.: Projektiranje proizvodnih sustava, Inženjerski priručnik, Svezak IV, Organizacija proizvodnje, Školska knjiga, 2004.
- [11] Oluić, Čedomir: Transport u industriji, Sveučilišna naklada d.o.o., Zagreb, 1991.
- [12] Grupa autora: Inženjerski priručnik IP4, treći svezak, poglavlje Rukovanje materijalom, Školska knjiga, Zagreb, 2002.
- [13] Koether, R.: Technische Logistik, Fachbuchverlag, Leipzig, 2001.
- [14] Heragu S. S.: Facilities Design, CRC Press, 2008

PRILOZI

- I. CD-R disk
- II. Tehnička dokumentacija